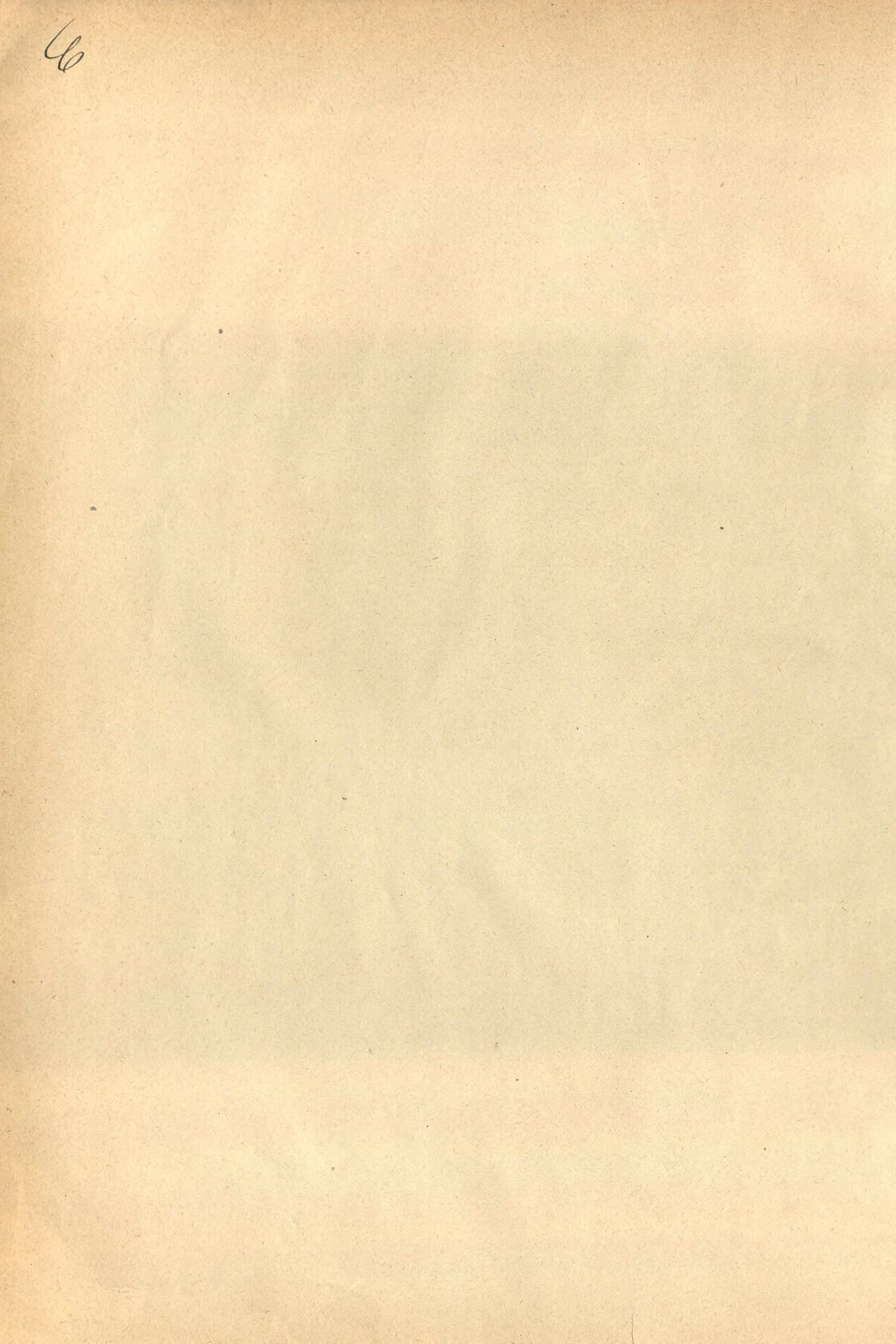

INSTITUTO DE GEOLOGIA



VÉGÉTAUX FOSSILES

DE

NORMANDIE

STRUCTURE ET AFFINITÉS

DU

BENNETTITES MORIEREI Sap. & Mar. (sp.)

Extrait des Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie,
XVIII[e] *volume, 1*[er] *fascicule.*

VÉGÉTAUX FOSSILES

DE

NORMANDIE

STRUCTURE ET AFFINITÉS

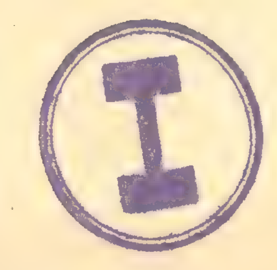
DU

BENNETTITES MORIEREI Sap. & Mar. (sp.)

PAR

Octave LIGNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN





CAEN

IMPRIMERIE E. LANIER, 1 & 3, RUE GUILLAUME-LE-CONQUÉRANT

—

1894

INTRODUCTION

Parmi nombre de fossiles végétaux trouvés en Normandie et que renferme la collection paléontologique de l'Université de Caen, l'un des plus intéressants est, sans contredit, le fruit connu sous le nom de *Williamsonia Morierei* Sap. et Mar.. Aussi, ayant remarqué que cet échantillon est à structure conservée, j'entrepris d'en faire une étude anatomique aussi complète que possible. Je pensais pouvoir ainsi, par la connaissance approfondie des pièces qui le composent, établir d'une façon certaine la position systématique jusqu'alors si controversée de ce fruit. Les difficultés matérielles de l'entreprise, ainsi que d'autres causes indépendantes de ma volonté, ont plusieurs fois arrêté le travail commencé, et c'est seulement après plus de trois années qu'il m'est enfin permis de publier le résultat complet de mes recherches.

Le *W. Morierei* présente, ainsi que je le montrerai ultérieurement, une très grande ressemblance avec le fruit du *Bennettites Gibsonianus* Carruth. dont la structure a été étudiée, d'abord, par M. Carruthers puis, en dernier lieu, par M. de Solms-Laubach. La comparaison de ces deux fossiles présentait donc le plus grand intérêt. Or, cette comparaison m'a été singulièrement facilitée par M. de Solms-Laubach qui m'a envoyé en communication les coupes minces en sa possession. M. Capellini m'a de même communiqué de très intéressantes coupes minces de la *Cycadoidea Etrusca* Capell. et Solms.

Enfin, M. B. Renault m'a gracieusement prêté un certain nombre de préparations fossiles parmi lesquelles je citerai des coupes minces de Cordaïtes, de *Gnetopsis elliptica* B. Ren. et R. Zeil. et de *Clathropodium Sarlatense* Sap.. J'adresse ici à ces trois éminents paléontologistes l'expression de ma vive reconnaissance pour leur extrême obligeance.

Toutefois, le manuscrit de mon Mémoire étant terminé lorsque les envois de MM. de Solms-Laubach, Capellini et Renault me sont parvenus, je me suis contenté, dans la plupart des cas, d'intercaler en petit texte les observations qui m'étaient fournies par l'examen de leurs préparations.

HISTORIQUE

Le *Williamsonia Morierei* Sap. et Mar. fut trouvé, en 1865 (1), par Morière, dans l'Oxfordien des Vaches-Noires (falaises de Villers-sur-Mer, Calvados); mais c'est seulement en 1868, que le professeur de Caen en donne une description rapide et un dessin (2). Il pense que ce fruit appartient à la même plante qu'un tronc de Cycadée, *Zamia Brongniartii* Mor. (*Fittonia Brongniartii* Sap.), trouvé dans le voisinage. Il signale en outre son analogie avec le fruit figuré par Buckland, sous le nom de *Podocarya*, et, de même que ce paléontologiste, lui reconnaît une certaine ressemblance avec les fruits de Pandanées.

En 1875, M. de Saporta (3) pense que les organes reproducteurs, appelés *Williamsonia*, appartiennent à des Monocotylédones, voisines des Pandanées, et ne se rapportent pas aux organes végétatifs appelés *Zamites gigas* qui sont des Cycadées.

En 1881, MM. de Saporta et Marion (4) rapportent le fruit de Villers au genre *Williamsonia*, sous lequel ils réunissent les *Williamsonia* et les *Bennettites* de Carruthers et le dédient à Morière. Ils considèrent en effet l'appareil (*Williamsonia gigas* Carruth.) décrit par M. Williamson comme représentant l'organe mâle d'un genre dont l'organe femelle serait un fruit analogue au fossile de Villers. Pour eux, chacune des pièces qui constitue celui-ci serait un carpelle soit fertile, soit stérile. « Il est incontestable, disent-ils, que chacun des compartiments correspond à un carpelle..... Il a été possible de constater que, parmi les divers

(1) Morière J., Note sur un échantillon de *Williamsonia* Carruth. (*Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*, 4e sér., vol. 2, 1887-88).

(2) Morière J., Note sur deux végétaux fossiles trouvés dans le département du Calvados (*Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*, t. XV, 1865-69).

(3) Saporta (de), Paléontologie française. Plantes jurassiques, t. II, 1875.

(4) Saporta et Marion. Sur les genres *Williamsonia* Carruth. et *Goniolina* d'Orb. (*C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. CXII, 1881).

carpelles de la même rosette, la plupart avortaient, et qu'un seul devenait fécond, en produisant une graine encore en place. »

En 1885, les mêmes auteurs reprennent la même idée et la développent (1). Suivant eux, les pièces dont se compose le *W. Morierei* présentent « une disposition qui rappelle d'une manière frappante celle qui existe chez les Pandanées, particulièrement chez les Syncarpées, comme le *Pandanus fragrans.* » Mais un peu plus loin, ils font remarquer que les carpelles sont insérés directement sur le réceptacle, de telle sorte que « le spadice des *Williamsonia* serait ainsi l'équivalent morphologique, non pas de celui des Aroïdées et des Pandanées, mais du gynécée des *Magnolia* ». En somme, « les *Williamsonia*..... sont réellement des Proangiospermes, c'est-à-dire des végétaux à ovules déjà protégés par un tégument clos, surmonté d'un stigmate qui ne sauraient pourtant être classés ni dans les Monocotylédones ni dans les Dicotylédones, mais qui se rattachent à la souche non encore différenciée d'où sont sorties ces deux classes. »

M. DE SAPORTA défend de nouveau la même idée dans son IVe vol. des *Plantes jurassiques* (2), et rappelle la grande analogie qui existe entre le *Williamsonia Morierei* et le *Podocarya* décrit et figuré par Buckland. Mais, cette fois, après avoir indiqué la ressemblance que montre le fruit femelle des *Williamsonia* avec celui des Pandanées, il tend, à cause de son appareil mâle *(W. gigas)*, à rapprocher plutôt ce genre des Typhacées.

Toutes ces appréciations de MM. Morière, de Saporta et Marion n'avaient pour base que l'examen de l'extérieur du fruit, sa structure interne restant inconnue. Mais, d'autre part, M. CARRUTHERS avait, dès 1868, étudié (3) la structure anatomique de fruits cachés entre les bases des feuilles qui recouvrent le tronc du *Bennettites Gibsonianus* Carruth.. Or, ces fruits présentent une telle ressemblance avec le *W. Morierei* qu'il est indispensable de rappeler ici leur histoire.

M. Carruthers, après avoir donné des détails nombreux et précis sur la structure du tronc du *B. Gibsonianus* et le parcours de ses traces foliaires, étudie spécialement les bourgeons fructifères qu'il porte latéralement; il en donne de nombreuses figures. Les feuilles de ces bourgeons sont simples, linéaires et acuminées; elles possèdent 3 faisceaux vasculaires, de larges canaux gommeux, un tissu fondamental formé de cellules allongées scalariformes et portent des poils

(1) SAPORTA (DE) et MARION, L'évolution du règne végétal. Les Phanérogames, t. I, 1885.

(2) SAPORTA (DE), Paléontologie française. Plantes jurassiques, t. IV, 1891.

(3) CARRUTHERS, On Fossil Cycadeans Stems from the Secondary Rocks of Britain (*Trans. of the Linn. Soc. of London,* 1868).

écailleux. Chaque bourgeon se termine par un « cushion » sur lequel sont insérés des « vascular cords » qui, pour lui, sont des axes séminifères ; entre ceux-ci et autour du fruit se trouve un tissu charnu « cellular tissu » au milieu duquel sont plongés les « vascular cords » et les graines qu'ils portent. Aussi, ces fruits sont-ils, par leur organisation générale, comparables à celui du *Tambourissa*. Les Bennettitées sont évidemment des Gymnospermes, mais, à première vue, elles diffèrent des Cycadées plus qu'elles ne leur ressemblent. Leurs graines sont portées sur le sommet d'axes, ce qui les rapproche des *Taxus*. En somme, leur fruit « peut être considéré comme ayant avec les Cycadées les mêmes relations que le *Taxus*, à cause de son péricarpe charnu et cupuliforme, a avec les Conifères porteurs de cônes. »

En 1880, M. Nathorst émet l'opinion insoutenable que les fruits des Bennettitées représentent des parasites analogues aux Balanophorées (1).

En 1887 (2) et, mieux encore en 1889 (3) et en 1890 (4), M. de Solms-Laubach reprend l'étude déjà si sincère de M. Carruthers sur la structure anatomique du *Bennettites Gibsonianus*, et il est amené à considérer cette espèce comme le type d'une famille à laquelle il rapporte un certain nombre de genres de Cycadées fossiles, parmi lesquelles le *Williamsonia Morierei*.

Ces recherches réitérées le conduisent en outre à mieux comprendre la structure du fruit du *B. Gibsonianus* et à fournir sur elle de nombreux détails, les uns justes, les autres erronés. J'aurai l'occasion d'y revenir dans le courant de mon travail ; cependant, je veux, dès maintenant, mettre en relief les principaux résultats de cette remarquable étude.

Pour le professeur de Strasbourg, le « cellular tissu » de la région centrale est formé d'écailles interstitielles ; il soupçonne en outre, par la comparaison du *B. Gibsonianus* avec le *W. Morierei*, qu'il en est de même pour le tissu périphérique. La graine est orthotrope, uni- ou peut-être bi-tégumentée ; elle renferme un embryon charnu, dicotylé dont chaque cotylédon possède plusieurs faisceaux vasculaires ; elle est dépourvue d'endosperme ; son faisceau vasculaire s'étale en un disque chalazien à la base du nucelle. Les graines sont enfoncées chacune dans une cavité, à l'extérieur de laquelle leur tube micropylaire fait seule saillie, mais

(1) Nathorst, Nagra anmärkn. om *Williamsonia* Carr. (*Öfvers. af Kongl. Vetenskap. Acad. Förhandl.*, 1880).

(2) Solms-Laubach (G. zu), Einleitung in die Paläophytologie, Leipsig, 1887.

(3) Solms-Laubach (de), Note sur les Bennettitées (de Saporta. Plantes jurassiques ; suppl. final, 1889).

(4) Solms-Laubach (G. zu), Ueber die Fructification von *Bennettites Gibsonianus* Carr. (*Bot. Zeit.*, 1890).

M. de Solms-Laubach ne peut dire exactement les relations qui unissent le tégument séminal à la paroi de la cavité. En 1889, il pense que les tissus, à l'intérieur desquels s'est établie la cavité séminale, sont dus à un bourrelet formé par renflement de la couche corticale des pédoncules, mais en 1890, il soupçonne que ces tissus pourraient appartenir aux écailles interstitielles.

En même temps qu'il changeait d'opinion sur la valeur des régions circum-séminales, M. de Solms-Laubach était amené à modifier sa façon de comprendre le fruit lui-même. Ainsi, en 1889, il avait émis l'hypothèse que chaque pédoncule ovulifère montre « le premier rudiment du processus qui tend à transformer le carpite d'abord ouvert et foliiforme en une poche réceptaculaire protégeant les graines incluses, du processus, en un mot, qui finit par séparer les gymno et les angiospermes. C'est sous ce rapport principalement, dit-il, que je crois devoir signaler dans les Bennettitées un type proangiospermique. » Le mémoire de 1890 remplace cette opinion ferme, par les trois hypothèses suivantes :

Ou bien tous les organes sont des carpelles, les uns fertiles, les autres stériles ; ces derniers ont leurs extrémités renflées ;

Ou bien tous les organes sont des axes dépourvus de feuilles bien développées ; les uns seraient stériles, les autres porteraient à leur sommet une inflorescence qui, à la façon de celle des *Taxus*, serait réduite à un ovule nu ;

Ou bien les pédoncules seraient des axes uniovulés, les organes interstitiels étant des feuilles soit exclusivement portées sur les pédoncules, soit les unes portées sur ces pédoncules, et les autres intercalées.

Cette dernière hypothèse semble avoir la préférence de M. de Solms-Laubach, et elle lui permet de renouveler l'idée que l'inflorescence des Bennettitées pourrait être la première ébauche d'une inflorescence angiosperme.

Mais la conclusion générale la plus nette que M. de Solms-Laubach tire de son étude, est que les Bennettitées forment une famille voisine des Cycadées quoique certainement différente. Cette conclusion, il la renouvelle explicitement, l'année suivante, dans un mémoire sur les troncs de Bennettitées (1).

Les premières recherches de M. de Solms-Laubach semblent avoir fortement impressionné M. DE SAPORTA. Elles l'amènent en effet à demander au professeur de Strasbourg, une *Note sur les Bennettitées* et à l'insérer dans son étude des *Plantes jurassiques* (2). En même temps M. de Saporta adopte la division des troncs cycadéens en Bennettitées et Cycadées, mais sans faire intervenir le *W. Morierei* dans la discussion.

(1) CAPELLINI e SOLMS-LAUBACH, I tronchi di Bennettitee dei Musei Italiani (*Mem. d. R. Acad. d. Sc. d. Istuto di Bologna*, 5e sér., t. XII, 1892).

(2) SAPORTA (DE), Paléontologie française. Plantes jurassiques; supplém. final, 1891.

En 1891, dans une communication faite à la Société Linnéenne de Normandie (1), j'annonçais qu'ayant commencé l'étude anatomique du *W. Morierei*, j'étais amené à le rapporter au genre *Bennettites* et à le considérer comme un fruit gymnosperme. En 1893, au Congrès de l'Association française, à Besançon, je montrais que les bractées involucrales avaient dû originairement se terminer par un petit limbe analogue peut-être à celui qui termine les feuilles ovulifères des *Cycas* (2). Plus récemment encore, dans une note à l'Académie des Sciences (3), je donnais une première appréciation sur les rapports qui existent entre les pédoncules séminifères, leurs graines et les écailles interséminales et j'indiquais la valeur morphologique de tous ces organes.

Enfin, dans une seconde note à l'Académie (4), je signalais les particularités que présente l'épiderme des pédoncules séminifères et des graines chez cette même espèce.

Il m'est impossible de ne pas mentionner ici l'organe sexuel de la *Cycadoidea Etrusca* Capell. et Solms, dont la structure a été étudiée par M. de Solms-Laubach (5). Cet organe offrirait en effet, d'après le professeur de Strasbourg, des ressemblances notables avec les fruits de *Bennettites;* mais il en différerait par la présence d'anthères dans sa partie supérieure.

(1) Lignier O., Observations relativement aux *Bennettites* (*Williamsonia*) *Morierei* (Sap. et Mar.) (*Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*, 4e sér., t. V, 1891).

(2) Lignier O., Sur la forme des bractées unvolucrales du *B. Morierei* (*Assoc. franç.*, Congrès de Besançon, 1893).

(3) Lignier O., *Bennettites Morierei*, fruit fossile présentant un nouveau type d'inflorescence gymnosperme (*C. R. Acad. des Sc.*, déc. 1893).

(4) Lignier O., Sur l'épiderme des pédoncules séminifères et des graines chez le *B. Morierei* (Sap. et Mar.) (*C. R. Acad. des Sc.*, janvier 1894).

(5) Capellini e Solms-Laubach, I tronchi di Bennettitee dei Musei Italiani (*Mem. d. R. Acad. d. Sc. d. Istituto di Bologna*, 1892).

DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le *Bennettites Morierei* (fig. 55 et 56, pl. V) est constitué par une masse à peu près ovoïde, longue de 55 millim. et large de 35 millim.. Une surface de cassure longitudinale permet d'y reconnaître facilement les restes d'un *réceptacle, r,* faiblement convexe sur lequel s'insère un massif compacte de longs *pédoncules, p;* ceux-ci portent de nombreuses *graines, g,* à leur extrémité supérieure. L'ensemble de ces différentes pièces est recouvert en partie par de longues *bractées involucrales, b,* qui sont intimement appliquées contre la surface du fruit.

Ce qui subsiste du *réceptacle* atteint à peine 4 millim. dans sa plus grande épaisseur ; son diamètre a un peu plus de 2 centim. 1/2. La presque totalité de la surface réceptaculaire donne insertion aux pédoncules ; la région d'attache des bractées involucrales, au moins des plus intérieures, ne forme, à sa périphérie, qu'une zone excessivement restreinte. Là ou les bractées ont été détachées, cette zone d'attache subsiste et forme, autour de la base du fruit, un petit bourrelet circulaire dont la surface ne montre, même à la loupe, aucune particularité superficielle intéressante. L'extrémité inférieure du fruit ne donne aucune indication sur ce qu'était le support ; elle ne permet pas de dire si ce fruit était inséré directement sur le tronc support ou sur l'extrémité d'un rameau latéral.

Il ne reste, à la surface, qu'un petit nombre de *bractées,* encore sont-elles en partie brisées. Leur mode d'insertion, sur le bord du réceptacle, prouve d'une façon péremptoire qu'elles appartenaient bien réellement à l'involucre du fruit et non au tronc sur lequel

était inséré l'axe fructifère ; d'ailleurs, l'existence de bractées analogues a déjà été observée chez le *B. Gibsonianus*. Les plus larges de ces bractées ont environ 1 cent. 1/2 d'un bord à l'autre. Leur épaisseur dans le plan médian ne dépasse pas 3 millimètres. Intimement appliquées contre la surface du fruit, elles s'étendent de sa base à son sommet, sans toutefois recouvrir celui-ci, comme chez le *B. Gibsonianus*. Leur extrémité supérieure, bien que coupée assez brusquement, paraît naturelle à première vue, parce que les angles y sont arrondis; l'anatomie nous montrera ce qu'il faut penser de cette apparence. Notons encore que la surface des bractées paraît en beaucoup de points être recouverte de fines pellicules qui s'exfolient. Là où les bractées sont superposées de semblables pellicules sont intercalées entre elles.

Les *pédoncules séminifères* sont serrés les uns contre les autres et forment un faisceau de plus de 2 cent. de diamètre à la base. Au-dessus de son insertion, le faisceau se renfle légèrement jusqu'à 1 cent. 1/2 du réceptacle ; puis il se resserre de nouveau, de telle sorte qu'à 3 cent. de hauteur, son diamètre est redevenu sensiblement égal à celui de la base. Un peu plus haut encore, le faisceau, qui est composé de pédoncules très inégalement longs, se termine par une surface presque hémisphérique, l'extrémité de chacun des pédoncules composants étant dirigée à peu près normalement à cette surface. Ainsi, les pédoncules latéraux n'ont que 3 cent. de long et penchent leurs sommets vers les côtés du fruit avec une inclinaison d'environ 50°, tandis que les pédoncules axiaux atteignent 4 cent. 1/2 et sont entièrement dressés.

La surface de brisure du fruit qui montre si nettement la plupart des détails ci-dessus, ne permet cependant pas de constater, même à la loupe, le fait suivant qui nous sera révélé par l'anatomie : entre les pédoncules séminifères, il existe de très fines lamelles qui, insérées sur le réceptacle, s'allongent jusqu'à la surface du fruit. Je donnerai à ces lamelles le nom d'*écailles interséminales*.

Les *graines* sont situées côte à côte dans la région hémisphérique qui recouvre le sommet des pédoncules. Elles y sont dirigées radialement et paraissent continuer les pédoncules eux-mêmes. Les fines écailles interséminales pénètrent entre elles, les dépassent et les recouvrent de leurs sommets renflés, de telle sorte que les

graines sont plongées au milieu de tissus qui les enveloppent de toutes parts.

Vue de face, la surface du fruit, là où elle est découverte, se montre formée d'un grand nombre de petits mamelons à base quelquefois polygonale et à sommet arrondi. Les sommets bien conservés se montrent en outre terminés par un très petit bouton. Le diamètre basilaire des mamelons varie entre 1 millim. et 1 mm. 1/2. Par places, on remarque qu'ils semblent groupés en rosettes de 5 à 6 rayons autour d'un petit espace creux que nous verrons plus tard correspondre au sommet d'une graine. Mais cette disposition n'est pas absolument constante.

Telles sont les grandes lignes de la structure du *B. Morierei*. Elles seront complétées successivement dans les chapitres suivants, par l'étude microscopique des différents organes.

Nota. Je veux faire remarquer dès maintenant que le *B. Morierei* est notablement plus grand que le fruit du *B. Gibsonianus*; en effet, d'après les figures de M. Carruthers (pl. LIX, fig. 3), celui-ci n'aurait guère que 3 cent. 1/2 du réceptacle à son sommet. Le réceptacle du *B. Gibsonianus* est en outre beaucoup plus convexe; mais cette particularité tient peut-être à une contraction que la dessication aurait produite dans le rameau fructifère.

BRACTÉES INVOLUCRALES

GÉNÉRALITÉS

J'ai indiqué ci-dessus l'aspect des grandes bractées superficielles, je n'y reviens donc pas. Ces bractées sont intimement attachées aux pièces plus intérieures du fruit et même aux graines, mais cela provient assurément de la fossilisation. Quoiqu'il en soit, l'une d'elles s'étant accidentellement détachée, avec quelques tissus voisins (fig. 57, pl. V), j'en profitai pour l'étudier anatomiquement dans toute son étendue. Je me suis, pour cela, servi de la lecture de coupes transversales successives. La bractée était longue de 41 millim.; il y a été fait 19 coupes transversales dont je vais présenter l'étude et dont j'invoquerai le témoignage en les numérotant de la base au sommet. La lecture de ces coupes tranversales a été complétée par celle d'une coupe longitudinale dans une autre bractée (*b*, fig. 65, pl. VI).

L'ensemble d'une section transversale de la bractée présente (fig. 16, pl. I) la forme d'un triangle isocèle, dont la base, large d'environ 12 millim., correspond à la face intérieure de l'organe et dont la hauteur, de presque 3 millim., représente son épaisseur médiane. Les côtés du triangle et surtout sa base sont légèrement convexes.

Nota. Les sections transversales des bractées involucrales du *B. Morierei* sont notablement plus étendues que celles du *B. Gibsonianus*. Il est d'ailleurs probable que les bractées elles-mêmes étaient sensiblement plus grandes ; mais, par contre, peut-être étaient-elles moins nombreuses.

ÉTUDE DÉTAILLÉE

Epiderme. Stomates. Poils. — Les cellules dont se compose l'épiderme, *Ei* (fig. 8, 9, 10, 11, pl. I; fig. 59, pl. V), sont légèrement aplaties contre la surface de la bractée, surtout sur sa face externe; elles sont deux à trois fois plus longues que larges. Leurs membranes sont en général assez minces ; cependant, la paroi superficielle est un peu épaissie, et on peut y distinguer, là où elle est bien conservée : 1° une fine cuticule externe; 2° une couche cuticulaire plus épaisse, de couleur rouille, qui pénètre légèrement dans les parois latérales et semble se continuer intérieurement dans la membrane primaire des cellules; 3° une couche interne mince, foncée ou même noire, qui tapisse toute la surface de la cavité cellulaire.

La face interne de la bractée porte d'assez nombreux stomates; ils sont tous transversaux (fig. 8 et 9, pl. I) et peut-être groupés. Chacun d'eux m'a paru ne comprendre que deux cellules stomatiques, *Cst*, et deux cellules annexes, *Ca*. Les cellules stomatiques sont au niveau de l'épiderme dont elles ont l'épaisseur; elles sont très étroites. Les cellules annexes sont plus gonflées que les cellules épidermiques voisines et font, par suite, une légère saillie superficielle. En arrière de chaque stomate se trouve un très petit massif de tissu lacuneux, *Tlac*.

Les bractées portent en outre des poils nombreux sur leurs deux faces, *p* (fig. 10 à 13). Ces poils sont lamelleux, relevés contre la surface de l'écaille et s'y recouvrent les uns les autres ; en certains points, j'en ai compté jusqu'à 22 superposés, or je ne crois pas que ce grand nombre de lamelles superposées soit dû à ce que certains poils sont reployés sur eux-mêmes ; jamais, en effet, je n'ai pu constater le reploiement. Leur taille est, cela se comprend, assez variable ; les plus larges que j'aie observés avaient 1 millim.; leur longueur est certainement d'au moins 2 millim., mais peut-être atteint-elle pour certains jusqu'à 4 et 5 millim..

Leur pédicelle est pluricellulaire, *bp* (fig. 10 et 11); il est constitué par une seule assise de 4 à 5 cellules qui correspondent à la largeur

de 2 à 3 cellules épidermiques. En somme, ces poils devaient avoir, ainsi que l'ont indiqué MM. Carruthers et de Solms-Laubach pour le *B. Gibsonianus*, une grande ressemblance avec ceux des Fougères.

La lamelle d'un poil est *mince ;* elle ne comprend ordinairement qu'*une seule assise cellulaire*, et lorsqu'elle en renferme deux, c'est seulement dans sa région médiane (fig. 13), et *sans qu'il en résulte un épaississement notable du poil.* Les cellules de la région médiane sont allongées longitudinalement ; *celles des régions marginales sont allongées vers les bords.* Il suffit de comparer ma fig. 13 avec le dessin de M. Carruthers (pl. LX, fig. 11), pour se rendre compte immédiatement que les poils du *B. Morierei* diffèrent notablement de ceux du *B. Gibsonianus* qui sont plus massifs. J'ai d'ailleurs, dans la description ci-dessus, indiqué en *italiques* ceux des caractères différentiels des deux espèces qui m'ont paru les plus notables.

Les parois cellulaires des poils sont en général assez notablement épaissies, sauf cependant dans le pédicelle et dans certaines parties qui correspondent peut-être au sommet et aux bords des écailles. Là où elles sont le plus épaisses, on y distingue nettement trois couches (fig. 12, pl. I), : 1° une couche mince, superficielle, de couleur rouille, dont l'aspect rappelle les couches cuticulaires de l'épiderme et qui se continue comme elles, entre les cellules, dans une mince membrane primaire ; 2° une membrane noire interne, mince et propre à chaque cellule (elle correspond probablement à celle signalée dans les cellules épidermiques); 3° une couche ocracée *(c2)* qui remplit l'espace compris entre les deux précédentes. Cette dernière couche ressemble d'ailleurs beaucoup à celles que nous retrouverons dans les cellules scléreuses du tissu fondamental de la bractée ; aussi, malgré quelques particularités, la considérerai-je comme réprésentant ici aussi une sclérification de la paroi. La première de ces couches se retrouve dans toutes les parois cellulaires du poil ; la deuxième ne manque que rarement (et peut-être parce qu'elle a été détruite) ; la troisième, au contraire, peut faire défaut, soit totalement, soit partiellement : ainsi, certaines cellules ne la possèdent que dans leur paroi superficielle (fig. 12, B). Les poils ou les régions de poils dans lesquels la couche scléreuse fait défaut, sont fréquemment très

écrasés; or, c'est là un fait qui ne semble pas s'être produit chez le *B. Gibsonianus*.

Nota. Les poils lamelleux sont nombreux, chez le *B. Morierei*, entre la surface du fruit et la face intérieure des bractées involucrales; chez le *B. Gibsonianus*, au contraire, ils sont peu fréquents dans cette région.

Tissu fondamental. — Le tissu fondamental des bractées est entièrement formé de cellules cylindriques, allongées longitudinalement et cloisonnées transversalement. C'est vers le milieu de la section transversale que se trouvent les éléments les plus larges et les plus courts; leur diamètre est d'environ 80 μ, et leur longueur 2 à 3 fois plus grande. A partir de cette région, le diamètre des cellules décroît de tous côtés : vers la face postérieure, vers les bords et surtout vers la face antérieure. Mais c'est contre la face antérieure que se trouvent les éléments les plus grêles et les plus allongés; certains ont à peine 15 μ de diamètre et peuvent atteindre, en longueur, jusqu'à $0^{mm},5$.

Toutes les cellules du tissu fondamental, à part cependant celles qui sont situées au voisinage immédiat des stomates, sont plus ou moins scléreuses; mais c'est dans les tubes longs et grêles de la face antérieure, que cette sclérification est de beaucoup la plus accentuée (fig. 8, pl. I et 59, pl. V). Sur une coupe transversale, ces épaisses parois, vues à un fort grossissement, se montrent à peu près partout formées de trois couches (fig. 15, pl. I) : 1° une mince membrane primaire, couleur de rouille ou brune; 2° une couche épaisse ocracée; 3° une membrane interne mince et noire.

La deuxième couche représente évidemment l'épaississement scléreux de la paroi et une section longitudinale de la bractée montre, bien mieux qu'une coupe transversale, que des ornementations nombreuses et très profondes y sont gravées, *m* (fig. 17, pl. I et 60, pl. V). Tantôt, ce sont de fins canalicules, comme sur les longs tubes de la face antérieure de la bractée, tantôt, des ponctuations tranversales variées, comme dans tout le reste du tissu fondamental. Ces dernières donnent aux cellules un aspect rayé transversalement, scalariforme ou même quelquefois spiralé qui avait déjà été signalé par M. Carruthers chez le *B. Gibsonianus* et qui est certainement très

remarquable. Cette couche scléreuse est en outre fréquemment contractée de telle sorte qu'elle se trouve alors décollée de la membrane primaire, surtout dans les cellules larges. On peut se demander ce que signifie la membrane intérieure, cette pellicule mince et noire dont j'ai déjà signalé la présence dans les poils et dans l'épiderme. Ne serait-elle pas due à la fossilisation du contenu cellulaire aplati contre les parois — je démontrerai en effet, à propos de la graine, que le protoplasme et les matières incluses peuvent, dans certains cas, avoir été épargnés par la fossilisation ? Ou bien faut-il plutôt y voir le résultat d'un commencement d'altération qui aurait frappé, avant la fossilisation, les couches internes de la paroi ? Je ne puis me prononcer catégoriquement sur ce sujet ; cependant la netteté de la disposition en membrane que prend cette couche, surtout dans l'épiderme et les poils lamelleux, me fait pencher pour la dernière explication.

Tissu libéro-ligneux. — *a.* Le tissu vasculaire est représenté par des cordons libéro-ligneux grêles, isolés au milieu du tissu fondamental, *fbl* (fig. 16, pl. I). Sur une section transversale, chacun d'eux atteint à peine $0^{mm},2$ de diamètre, et cependant on y reconnaît facilement (fig. 18, pl. I et fig. 61, pl. V) une région libérienne et une région ligneuse, séparées l'une de l'autre par une zone cambiale nette, quoique peu active. L'orientation de ces faisceaux est tantôt normale, tantôt renversée.

La région *libérienne* y est parenchymateuse et bordée extérieurement par un paquet de fibres primitives, *fl* (fig. 18, 19 et 61) (1). Celles-ci se distinguent assez facilement des cellules du tissu fondamental, *Tfs*, grâce à leur faible diamètre, à leur grande longueur et surtout à l'absence d'ornementations pariétales. Le liber proprement dit est représenté par des îlots, *Ilg*, de cellules très grêles, très allongées, et à parois très minces ; il m'a été impossible, il est vrai, d'y reconnaître les ornementations pariétales ordinaires du liber, mais cela est vraisemblablement dû à la conservation insuffisante des échan-

(1) Avec M. C.-Eg. Bertrand (*Théorie du faisceau*, 1880), je désigne sous le nom de *fibres primitives* les fibres formées aux dépens de cette partie du tissu procambial qui se trouve à la périphérie du faisceau et ne s'est différenciée ni en bois, ni en liber.

tillons. Ces îlots sont groupés en lames radiales séparées par des rayons de faisceaux, *rf,* dont les cellules sont larges et fréquemment brunes. Ceux des îlots libériens qui sont les plus éloignés de la zone cambiale, et qui correspondent au liber initial sont presque toujours plus ou moins écrasés, ou du moins transformés en un tissu légèrement gommeux.

De même que le liber, le *bois* est séparé du tissu fondamental par un groupe d'éléments allongés, *Ba,* dont les plus rapprochés des trachées initiales peuvent être groupés en rosette autour d'elles. A première vue, on serait tenté de considérer ce groupe comme constituant un paquet fibreux antérieur, analogue au paquet fibreux postérieur qui recouvre le liber. Cependant, peut-être faut-il plutôt y voir un bois centripète analogue à celui des Cycadées ? Les sections longitudinales nous renseignent peu sur ce sujet, soit parce que les ornementations pariétales sont détruites, soit parce que, ressemblant à celles du tissu fondamental, elles ne permettent pas de discerner d'une façon certaine la limite entre ce tissu et le faisceau. Cependant, quelques indices légers me déterminent à admettre de préférence l'hypothèse d'un bois centripète très faiblement développé. Cette hypothèse est d'ailleurs en concordance avec ce qu'on observe dans les coussinets foliaires du *B. Gibsonianus,* où les faisceaux sont nettement diploxylés.

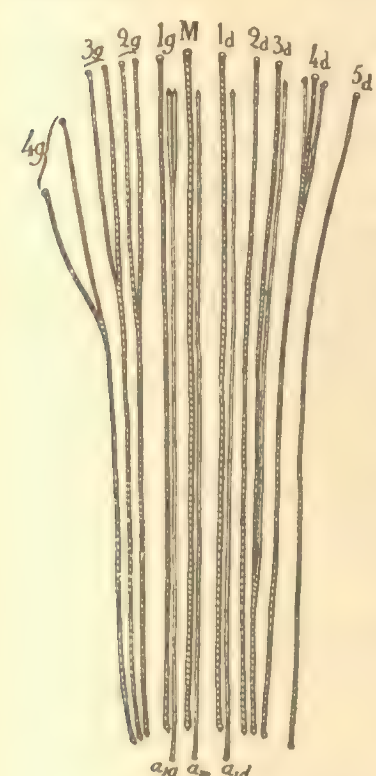
Le bois proprement dit comprend, suivant la largeur du faisceau, un ou plusieurs groupes de trachées initiales, *tr,* à partir desquelles se sont différenciées des lames ligneuses parallèles ou divergentes, *vb,* qui aboutissent à la zone cambiale dans le prolongement des lames libériennes. Les trachées initiales sont d'ordinaire en assez mauvais état, elles sont écrasées ou en partie détruites. Les autres éléments du bois, de plus en plus gros vers le liber, sont des vaisseaux spiralés, *vb* (fig. 19), annelés ou rayés transversalement. Ces lames ligneuses sont, comme celles du liber, séparées les unes des autres, par des rayons parenchymateux qui comprennent une ou deux files de cellules sensiblement isodiamétriques.

La structure que je viens de décrire est celle de tous les faisceaux libéro-ligneux de la bractée, à quel niveau qu'on les observe, qu'ils soient normalement ou inversement orientés. Cependant les différents tissus composants peuvent y être plus ou moins réduits. C'est

ainsi que si le faisceau est petit (fig. 20), la zone cambiale et par suite les tissus libéro-ligneux secondaires font défaut. S'il est très grêle, le bois centripète et les fibres primitives libériennes peuvent manquer. Par contre, certains faisceaux, sur le point de se diviser, peuvent devenir très larges et se courber en croissant.

b. J'ai pu, grâce à ma série de 19 coupes, établir le parcours des cordons libéro-ligneux dans une bractée involucrale.

Fig. 1.—Parcours des faisceaux libéro-ligneux dans une bractée involucrale.



4_g, 3_g, 2_g 1_g, M, 1_d, 2_d, 3_d, 4_d, 5_d, faisceaux principaux ; a_{1g}, a_m, a_{1d}, faisceaux antérieurs.

Les sections de la base (1) rencontrent 10 faisceaux normalement orientés et 3 faisceaux à orientation renversée. Ces derniers, que j'appelle *faisceaux antérieurs*, sont petits et situés contre le bord antérieur de la bractée. Les premiers que je dénomme *faisceaux principaux,* sont plus gros, tous sensiblement de même taille, et distribués de la façon suivante sur un arc faiblement convexe qui s'étend d'un bord de la feuille à l'autre. Au milieu de l'axe, trois d'entre eux forment un groupe triangulaire dans lequel le médian, situé au sommet, est postérieur et dans le plan de symétrie de la bractée, tandis que les deux latéraux sont sur les angles de base ; ce sont 1_g, M, 1_d. De chaque côté du groupe précédent on observe un groupe de 3 faisceaux semblables, mais plus rapprochés les uns des autres ; ce sont, à gauche, 2_g, 3_g, 4_g et, à droite, 2_d, 3_d, 4_d. Plus latéralement que le groupe de droite et à quelque distance existe le faisceau marginal 5_d. Peut-être la bractée renfermait-elle en outre dans son bord gauche, un faisceau 5_g symétrique du précédent, mais cette partie de l'écaille étant détruite, je n'ai pu en retrouver la trace.

(1) J'entends ici la base de l'écaille *détachée :* cette base ne correspond pas à celle de l'écaille *intacte* et *en place :* il est certain qu'elle est un peu plus élevée que celle-ci.

Les 3 faisceaux antérieurs sont situés sur les mêmes rayons que les faisceaux 1_g, M, 1_d ; je les appellerai a_{1g}, a_m, a_{1d}.

En suivant tous ces faisceaux de la base au sommet de la bractée on remarque tout d'abord que les 3 faisceaux médians s'écartent un peu les uns des autres. Les groupes latéraux s'écartent davantage à droite et à gauche ; en outre, chacun d'eux se modifie profondément.

Dans celui de droite, le faisceau 2_d est le seul qui ne subisse aucune modification ; le faisceau 3_d émet (coupe 7) un petit lobe droit qui tourne sur lui-même en se rapprochant de la face antérieure de la bractée et *y devient faisceau antérieur à orientation renversée ;* de même le faisceau 4_d se divise, vers la coupe 14, en trois lobes dont les deux latéraux montrent (coupe 19) une tendance marquée à *devenir antérieurs et à orientation renversée.* Dans le groupe latéral de gauche, chacun des faisceaux 2_g, 3_g, 4_g se divise, vers les coupes 12 et 13, en deux branches qui, même sur la coupe 19, sont encore rangées sur le même arc de cercle et normalement orientées. De plus, il se produit un écartement général de tous ces faisceaux vers le bord de l'écaille, en même temps que s'opèrent les modifications ci-dessus. Le faisceau marginal 5_d reste semblable à lui-même sur toute la longueur de la bractée, mais il s'écarte notablement vers la droite.

Les trois faisceaux antérieurs a_{1d}, a_m, a_{1g} se retrouvent jusqu'au sommet de l'écaille sans modification apparente, sauf une petite dichotomie du faisceau a_{1g}.

La réalité des faits m'oblige à signaler encore dans ce parcours des faisceaux un cordon libéro-ligneux très grêle qui, apparu au milieu du tissu fondamental vers la coupe 4, s'y rencontre jusqu'à la coupe 14. Ce cordon se termine en pointe libre à ses deux extrémités ; il est situé à droite de 1_d et représente probablement un lobe de ce faisceau.

La taille des faisceaux s'accroît en général lentement de la base au sommet de la bractée. Elle est donc plus grande sur la coupe 19 que sur la coupe 1. Leur structure ne subit que des modifications en rapport avec leur changement de taille, et il reste évident, par la lecture de la coupe 19, que *ces faisceaux y sont loin de leur terminaison supérieure.*

Le parcours des faisceaux, tel que je viens de l'esquisser, outre les données qu'il peut offrir au classificateur, fournit encore des renseignements intéressants pour la connaissance de la bractée elle-même. Il montre, d'une façon évidente, que cette bractée n'est pas complète ; *elle ne représente que la base d'un organe de plus grande taille.* Non seulement cet organe a été brisé sur l'un de ses bords, mais encore il a été mutilé dans sa partie supérieure. Il y a plus, l'écartement rapide des faisceaux à partir des coupes 12 et 13 montre que cet organe *devait comprendre une sorte de limbe* atténué à la base, peu étendu peut-être, mais plus large cependant que la bractée subsistante ; *celle-ci ne représente en somme qu'une sorte de pétiole aplati* (1). Quelle était la taille de ce limbe ? Il m'est impossible de le dire ; toutefois, la gracilité des faisceaux fait prévoir qu'elle ne devait pas être très grande : le double au plus de la partie conservée. Quelle était sa forme ? Était-il entier ou lobé ? Je ne sais, mais ce qui est certain, c'est que ses nervures devaient être divergentes à la base, soit peut-être suivant la disposition pennée, soit plutôt en éventail.

Je crois, d'autre part, pouvoir présumer, soit en me servant des données fournies par le parcours des faisceaux, tel que je viens de le décrire, soit d'après les données déjà connues chez les *Bennettites* (2), que le système libéro-ligneux subissait les transformations suivantes en descendant vers la région d'attache des bractées involucrales.

Les 3 faisceaux antérieurs venaient probablement s'accoler, en descendant, aux bords des faisceaux principaux du groupe médian. En même temps, tous les faisceaux de l'arc principal se rapprochaient les uns des autres jusqu'à se fusionner d'abord en 3 faisceaux (correspondant aux 3 groupes de la coupe 1) ; puis plus bas, ils se réunissaient tous en un seul croissant libéro-ligneux. Ce dernier pénétrait dans l'écorce de la tige et venait ensuite s'intercaler directement dans l'angle inférieur d'une maille de la couronne libéro-ligneuse.

(1) La fig. 65, pl. VI montre en *v* que le sommet de la bractée n'était pas, comme sa base, appliqué contre le fruit, mais qu'il s'en écartait, probablement pour porter le limbe.

(2) *Loc. cit.*

Nota. MM. Carruthers et de Solms-Laubach disent que chez le *B. Gibsonianus*, la plupart des bractées involucrales ne renferment que 3 faisceaux. Cette disposition chez des organes, que j'ai montré être plus réduits que ceux du *B. Morierei*, vient à l'appui de l'opinion ci-dessus. Chacun des 3 faisceaux du *B. Gibsonianus* serait lui-même représenté, chez le *B. Morierei*, par un groupe de 3 faisceaux.

Tissu sécréteur. — *a.* Le tissu sécréteur est formé par un ensemble de tubes, *g* (fig. 16, pl. I), qui peuvent atteindre jusqu'à 0mm,2 de diamètre et dont on peut compter jusqu'à 30 et 40 sur une même section transversale. Il est localisé dans la moitié antérieure de la bractée et semble même y former deux couches assez irrégulières, dont l'une serait presque immédiatement postérieure à l'arc des faisceaux principaux, et l'autre située plus intérieurement, entre les faisceaux principaux et les faisceaux antérieurs. Ces tubes sont en réalité formés d'énormes cellules (fig. 14) accolées bout à bout et dont les parois propres, *mi* (B), quoique minces, sont nettement reconnaissables partout où la conservation des bractées est suffisante. Leurs parois terminales probablement toujours un peu en biseau et intercalées à deux cavités glandulaires, sont elles-mêmes bien conservées dans la plupart des cas. Quelquefois seulement elles sont détruites sans que j'aie pu reconnaître si leur disparition a été postérieure ou antérieure à la mort de la bractée.

Les cellules des tubes sécréteurs sont très allongées et j'ai pu suivre certaines d'entre elles sur une longueur de plus de 6 millim. sans rencontrer de cloison transversale.

Le contenu des tubes sécréteurs est tantôt homogène, tantôt finement granuleux (peut-être lorsqu'il a été moins bien conservé). Il est ordinairement contracté dans la cavité cellulaire et présente par places des craquelures qui ont assurément précédé la fossilisation. De là on peut conclure que ce contenu s'est d'abord solidifié en se contractant, puis fendillé avant que le hasard l'ait amené au lieu où devait se faire la fossilisation. De quelle nature était ce contenu ? Les particularités que je viens de signaler semblent démontrer qu'il était soit résineux, soit plutôt gommeux. C'est d'ailleurs cette dernière opinion qui a été adoptée par MM. Carruthers et de Solms-Laubach pour le *B. Gibsonianus*.

Outre ces grandes cellules qui appartiennent nettement au tissu sécréteur proprement dit, je dois encore signaler un assez grand nombre de cellules du tissu fondamental, qui, sans présenter aucune spécialisation de structure, renferment cependant un contenu coloré et finement granuleux.

b. L'étude du parcours des tubes sécréteurs au moyen des coupes successives, montre qu'ils s'accolent les uns aux autres, soit bout à bout, soit latéralement, de façon à constituer un réseau dont les mailles sont très irrégulières et étirées longitudinalement.

Je n'ai pu distinguer aucune dépendance entre le parcours de ce réseau sécréteur et celui du système libéro-ligneux. Certes, de même que les faisceaux libéro-ligneux, les tubes sécréteurs des bords de la bractée subissent, dans son tiers supérieur, une obliquité qui les écarte du plan de symétrie de l'organe et élargit l'ensemble du réseau. Mais cette particularité s'est évidemment produite sous l'influence de l'accroissement intercalaire de la bractée et n'implique nullement une dépendance mutuelle des systèmes libéro-ligneux et sécréteur.

Lenticelles. — Il existe des lenticelles (fig. 21, pl. II) sur la face intérieure de la bractée. Quelques-unes ont environ 6 millim. de longueur sur 1 de largeur, mais, en général, elles sont plus petites. Beaucoup d'entre elles, sinon toutes, sont indubitablement situées à la base de poils écailleux, de telle sorte qu'elles semblent s'être formées sous leur influence. Je n'en ai vu aucune qui fût située en arrière de stomates (1). La zone génératrice qui leur a donné naissance est localisée dans l'assise sous-épidermique. Parmi les tissus lenticellaires, ceux qui sont superficiels, *ts*, subissent une différenciation subéreuse, de même d'ailleurs que l'épiderme susjacent ; ceux qui sont plus profonds, *tscl,* deviennent scléreux.

(1) C'est d'ailleurs à tort qu'on admet habituellement, dans les traités de Botanique, que les lenticelles épidermiques ou sous-épidermiques se produisent toujours, chez les plantes actuelles, en arrière des stomates. J'ai déjà démontré précédemment (*Rech. sur l'anat. comp. des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées*, p. 93, fig. 8 et 9, pl. III) qu'elles résultent dans certains cas de l'irritation produite par la chute ou du moins la mortification d'un poil.

Immédiatement en arrière de la zone génératrice, *zc,* se trouvent les cellules scléreuses du tissu fondamental. Il semble donc que ces lenticelles avaient beaucoup plutôt un rôle protecteur qu'une fonction respiratoire.

RÉSUMÉ

En somme, parmi les nombreuses lamelles de divers aspects et de diverses tailles qui recouvrent la partie séminifère du fruit, les grosses bractées représentent seules des feuilles. Les autres lamelles pelliculaires sont formées par des poils que portent les faces intérieures et extérieures des bractées, et qui sont analogues à ceux des Fougères. Les poils écailleux du *B. Morierei* diffèrent de ceux du *B. Gibsonianus.*

Les bractées se montrent absolument dépendantes de l'axe fructifère et il est impossible d'admettre qu'elles aient appartenu au tronc sur lequel cet axe devait être inséré. Elles enveloppaient la région séminifère à la façon des pièces d'un involucre.

Malgré leur aspect extérieur, les bractées de l'échantillon fossile ne représentent certainement que la base de celles que portait le fruit vivant ; la structure des tissus au sommet de l'organe actuel, le parcours des faisceaux libéro-ligneux et celui du réseau sécréteur le démontrent d'une façon péremptoire. La bractée entière *portait un limbe terminal.* Mais, d'autre part, la petitesse relative des faisceaux libéro-ligneux me paraît indiquer que ce limbe était de petite taille ; il avait peut-être une fois, deux fois au plus la longueur de l'écaille actuelle, c'est-à-dire de 8 à 12 centim. environ. La présence de ce limbe et, en général, le plus grand développement des bractées involucrales, constituent des caractères différentiels entre le *B. Morierei* et le *B. Gibsonianus.* En effet, M. de Solms-Laubach a reconnu que, chez ce dernier, les bractées sont, sans aucun doute, lancéolées et dépourvues de limbe.

Le tissu fondamental des bractées involucrales est, dans l'échantillon de Villers comme dans celui de Luccomb-Chine, remarquable par les ornementations transversales de ses éléments scléreux. Il renferme de même un réseau d'abondants canaux gommeux, ceux-

ci correspondant à des cellules hypertrophiées accolées bout à bout et non à des méats intercellulaires.

J'ai reconnu des stomates transversaux sur la face interne des bractées. M. de Solms-Laubach en avait vainement cherché chez le *B. Gibsonianus.*

Cette même face intérieure porte d'assez nombreuses lenticelles formées à la base des poils lamelleux.

La grande sclérification du tissu des bractées montre que, malgré la présence d'un limbe à leur sommet, elles servaient d'organe de protection pour le fruit intérieur.

L'étude du parcours des faisceaux vasculaires m'a en outre donné des indications précises sur la valeur des faisceaux antérieurs. Ces faisceaux ne représentent pas, comme on pourrait le croire, les bords de l'arc foliaire repliés contre la face antérieure de la bractée, mais simplement des lobes qui, détachés des faisceaux principaux, sont venus se placer en avant (1).

(1) On décrit généralement le système libéro-ligneux des coussinets foliaires qui recouvrent le tronc des Bennettitées comme formé de faisceaux isolés sur un arc rhomboïdal, dont les bords seraient recourbés contre la face antérieure et se rejoindraient contre le plan de symétrie de la feuille. Ce que je viens de dire des faisceaux antérieurs dans les bractées involucrales permet de penser qu'il en est de même dans les coussinets foliaires, et qu'en réalité les faisceaux contigus à la face antérieure de ces coussinets ne sont que des lobes détachés des faisceaux principaux voisins.

PÉDONCULES SÉMINIFÈRES

ET

GRAINES

A. PÉDONCULES SÉMINIFÈRES

GÉNÉRALITÉS

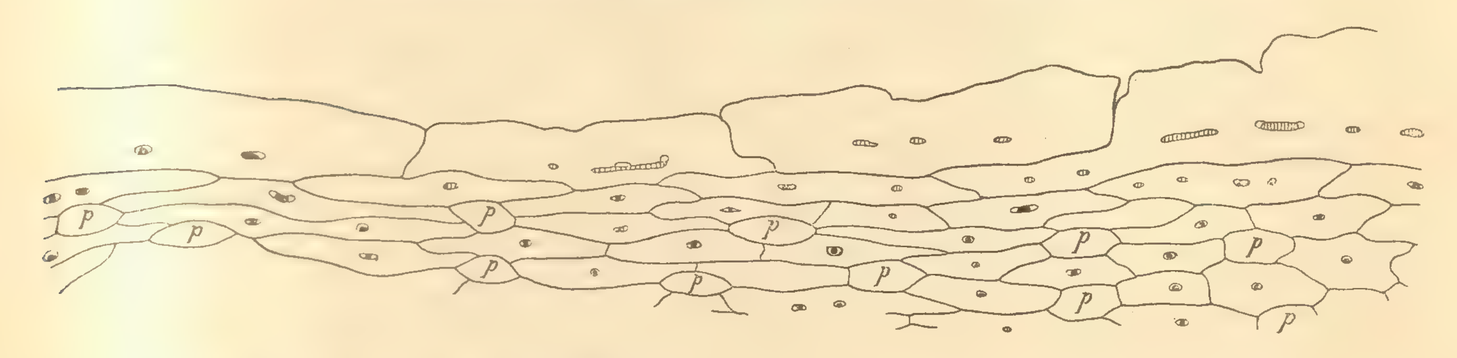
La longueur des pédoncules séminifères varie, ainsi que je l'ai montré, p. 15, de 30 à 45 millim.; leur diamètre est d'environ 1 millim. et demi. L'unique graine que porte chacun d'eux se dresse toujours dans son prolongement, la direction oblique des graines latérales n'étant en effet que le résultat de la torsion du sommet des pédoncules. Celle-ci n'a d'ailleurs dû se produire que lors de la maturation du fruit et sous l'influence d'une pression centrifuge déterminée par la croissance diamétrale de ses parties centrales.

La grande masse du fruit est formée par des pédoncules bien développés, entre lesquels on en rencontre seulement de places en places quelques-uns qui sont atrophiés. Cependant il existe à sa périphérie une région dans laquelle les pédoncules ne portent tous que des graines avortées, et sont eux-mêmes tous atrophiés.

L'ordre de distribution des pédoncules est assez difficile à reconnaître. Toutefois, les sections transversales de la région marginale

du fruit (fig. 2), donnent quelques indications à ce sujet. En effet, les pédoncules séminaux, y étant tous atrophiés, sont restés grêles ; ils n'ont donc fait subir aucun déplacement aux écailles interséminales voisines et, par suite, leur position primitive reste mieux indiquée. Grâce à cette particularité heureuse, on peut reconnaître que les

Fig. 2. — Section transversale de la région périphérique du fruit. En haut se trouvent les écailles superficielles; en dessous, des écailles interséminales de plus en plus intérieures. Gross. $\frac{20}{1}$



p. Pédoncules séminifères atrophiés.

Les écailles superficielles et les écailles interséminales (situées entre les pédoncules) renferment toutes un ou plusieurs faisceaux libéro-ligneux, dont le liber a été laissé en blanc, et le bois teinté en noir. Ceux de ces faisceaux qui portent des hachures sont fibrifiés, et ne permettent pas de distinguer nettement les éléments ligneux des éléments libériens.

pédoncules sont distribuées, soit en verticilles alternes irréguliers, soit plutôt sur des spirales très surbaissées avec apparence de verticilles. Cependant je dois ajouter que cet aspect général n'est pas toujours très net.

STRUCTURE DÉTAILLÉE

Les pédoncules séminifères sont en général assez mal conservés, principalement ceux qui portent des graines bien développées. Car, chose assez curieuse, ceux dont les graines sont avortées, probablement par défaut de fécondation, et qui par suite présentent un état de différenciation moins accusé, sont en général en meilleur état de

conservation. J'ai même profité de cette particularité pour arriver à une meilleure compréhension des tissus adultes, en considérant ces pédoncules atrophiés comme représentant à peu près des organes jeunes.

a. Pédoncules atrophiés

La section transversale de l'un des pédoncules portant des graines atrophiées, pratiquée à environ 1 centimètre du réceptacle, mesure à peu près $0^{mm},25$ de diamètre. Elle montre les tissus suivants (fig. 22, pl. II et 70, pl. VI) :

1° Un *épiderme* très régulier, *Ep,* dont les cellules présentent cette particularité d'avoir leur paroi interne très épaisse, alors que leur paroi externe reste mince. *Or c'est là*, ainsi que je le montrerai ultérieurement, *une particularité constante de l'épiderme des écailles interséminales* (1); de telle sorte que le point sur lequel je veux appeler en ce moment l'attention. C'est que *l'épiderme de la base de ces pédoncules atrophiés ressemble absolument à celui des écailles interséminales.* Le lecteur comprendra ultérieurement l'importance de ce détail.

En section longitudinale, les cellules épidermiques se montrent assez allongées.

2° Un large *tissu fondamental,* dont toutes les cellules paraissent jeunes et peu différenciées. Il est impossible d'y reconnaître une écorce distincte d'un cylindre central.

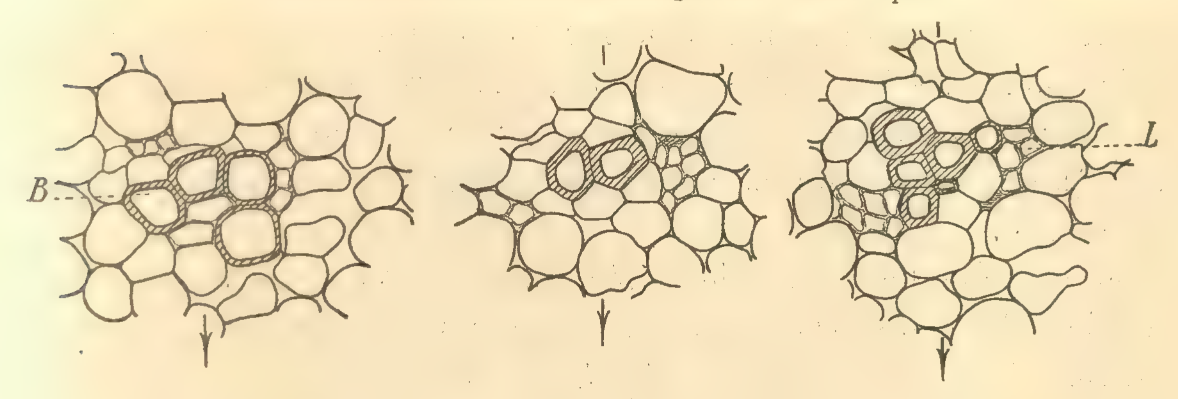
3° Un petit *cordon libéro-ligneux* axial. Ce cordon (fig. 3), ne comprend qu'une ou quelques trachées, *B,* très grêles, serrées les unes contre les autres, et quelques éléments, *L,* plus grêles encore, à parois minces, ordinairement localisés à droite et à gauche des trachées, quelquefois un peu extérieurement et qui m'ont paru représenter le liber.

Si l'on suit ce même pédoncule vers le haut jusqu'à la base de

(1) Il suffit d'ailleurs, pour s'en rendre compte, de comparer, dans la fig. 70, l'épiderme du pédoncule, *pa,* avec celui des écailles voisines, *ei.*

la graine, on voit se différencier sous l'épiderme et aux dépens du tissu fondamental :

Fig. 3. — Sections transversales du cordon libéro-ligneux central de trois pédoncules séminifères atrophiés. Gross. $\frac{400}{1}$.



B Bois.
L Liber.
La flèche indique la direction du centre du fruit.

4° Une *assise colorée, ac* (fig. 23, pl. II), couleur ocre, dont les cellules, d'abord isolées, forment bientôt une bande continue. Il semble que la coloration de cette assise soit due à un contenu spécial, ou peut-être à un épaississement pariétal. Peut-être même ces deux causes s'y trouvent-elles réunies.

En même temps, la structure des cellules épidermiques se modifie. L'épaississement de leur paroi interne tend à se réduire, et l'épaisseur de la membrane devient uniforme tout autour de la cellule. Celle-ci est très allongée et forme un véritable tube, *Et.*

Plus haut encore, non loin de la base de la graine (fig. 24), les tubes épidermiques peuvent continuer à former par places, une assise ininterrompue. Mais ailleurs *ils sont dissociés et distribués irrégulièrement sur plusieurs rangs;* chaque tube est complètement isolé de ses voisins; les plus intérieurs sont détachés de l'assise colorée. Quelques tubes sont recloisonnés une ou deux fois longitudinalement. *L'assise épidermique est donc ici remplacée par une* ENVELOPPE TUBULEUSE *d'épaisseur variable, et, dans cette enveloppe, les éléments sont dissociés, son assise interne elle-même n'étant plus nécessairement continue et fixée à l'assise colorée.*

Les faits que je viens de signaler le long d'un même pédoncule se rencontrent à divers degrés de développement sur les pédoncules voisins. Leur examen attentif tend partout à démontrer que *l'enveloppe tubuleuse provient du recloisonnement longitutinal de l'épiderme et de la dissociation de ses éléments.*

Cette transformation de l'épiderme en enveloppe tubuleuse semble avoir commencé à la base de la graine et s'être étendue de proche en proche jusqu'à la base des pédoncules. Suivant l'époque où l'atrophie de l'organe s'est produite, l'enveloppe tubuleuse est plus ou moins développée.

J'ai dit que les tubes de l'épiderme en voie de transformation tendaient à se dissocier et à s'isoler même de l'assise colorée. On pourrait, à première vue et là où les tubes sont peu nombreux, supposer qu'une telle dissociation résulte d'une compression trop énergique de la part des organes voisins. Mais il y a alors lieu de remarquer que, malgré la sclérification avancée des tissus superficiels dans ces organes voisins, jamais aucun des tubes épidermiques n'est écrasé. D'où l'on peut conclure que la compression des pédoncules séminifères a été relativement faible. D'ailleurs cette explication devient impossible là où les tubes sont très nombreux ; or, nous verrons plus tard qu'ils sont excessivement abondants autour des pédoncules bien développés. Si, d'autre part, on se souvient que, même sur les pédoncules les plus simples, certains tubes se recloisonnent longitudinalement et semblent se préparer à un dédoublement, que ce recloisonnement se produit encore, même lorsque les tubes sont devenus plus nombreux et sont déjà isolés, on sera très disposé à considérer *la dissociation des tubes épidermiques comme normale et non accidentelle.* C'est là assurément un fait bien particulier et dont je ne connais aucun autre exemple, mais il tire probablement sa raison d'être de particularités physiologiques spéciales au fruit qui nous occupe, et sur lesquelles j'aurai à revenir ultérieurement (1).

(1) Un instant je me suis demandé si ces tubes isolés ne représenteraient pas des poils unisériés qui seraient redressés parallèlement les unes aux autres le long des pédoncules. Mais d'abord cela n'expliquerait pas la déformation de l'assise épidermique elle-même. De plus, cette interprétation m'a parue insoutenable après l'examen attentif des faits et, en particulier, incompatible, d'une part, avec la structure de l'enveloppe à la base des pédoncules, fig. 25, pl. II, et, d'autre part, avec ce qu'on observe à la surface des graines. (Voir plus loin.)

Cette transformation si spéciale de l'épiderme se retrouve chez le *B. Gibsonianus* où son aspect a trompé MM. Carruthers et de Solms-Laubach. M. Carruthers décrit en effet *(loc. cit.,* p. 697) la couche tubuleuse comme « a covering of larger and thicker-walled cells » qui serait lui-même recouvert par une assise de cellules à parois épaisses (je montrerai ultérieurement que celle-ci dépend, non des pédoncules, mais des écailles voisines). On sent dans la pensée de l'auteur anglais l'intention d'assimiler ces tissus à un parenchyme cortical et à un épiderme, mais il ne le dit pas explicitement. M. de Solms-Laubach est plus affirmatif ; il dit (*loc. cit.*, p. 9), que la section transversale d'un pédoncule montre « eine mächtige periphere Schicht sehr dickwandiger Zellen, die,... nach aussen von einer einfachen, nicht mit Sprenschuppen besetzten Epidermis begrenzt wird » ; un peu plus loin, il compare l'assise interne de l'enveloppe tubuleuse à un endoderme. Ce qui a manqué à ces deux éminents botanistes pour la lecture convenable de ces tissus, c'est l'étude de leur différenciation, telle que j'ai pu la faire.

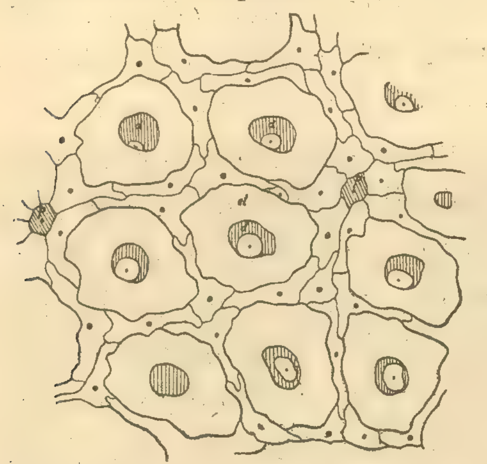
b. Pédoncules adultes.

α. — Une section pratiquée au milieu d'un pédoncule adulte, montre comme précédemment : une *enveloppe tubuleuse,* une *assise colorée,* une *couronne parenchymateuse* et un *cordon libéro-ligneux* central. Mais le développement relatif de ces tissus y est bien différent (1).

En effet, sur la longueur diamétrale, les trois tissus internes, qui représentaient la presque totalité dans les pédoncules jeunes, n'occupent plus ici que 0^{mm},45, c'est-à-dire moins du tiers. Les deux autres tiers sont occupés par l'enveloppe tubuleuse, *ct* (fig. 4 et 5; fig. 63 et 64, pl. V). Ainsi, tandis que le cordon de tissu fondamental n'a même pas doublé, l'épiderme a acquis une épaisseur 50 fois plus grande.

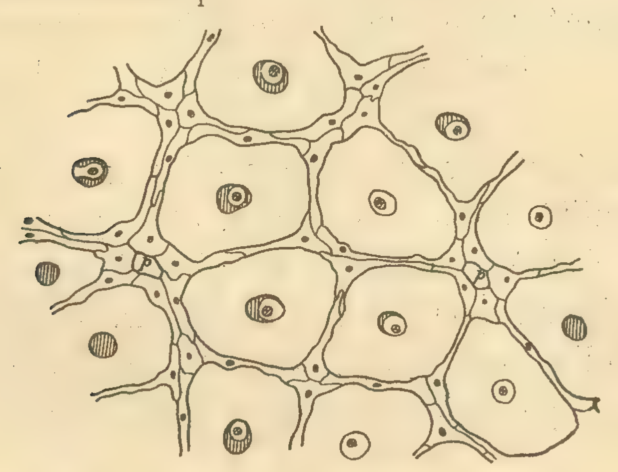
(1) J'ai dit, p. 32, que le diamètre totale des pédoncules atrophiés n'était que d'environ un quart de millimètre. Je rappelle ici que celui des pédoncules bien développés est en général d'au moins 1 mill. et demi, c'est-à-dire 6 fois plus grand.

Fig. 4. — Section transversale de la région centrale du fruit, à 2 centim. du réceptacle. Gross. $\frac{10}{1}$.



et Enveloppe tubuleuse des pédoncules.
d Trou formé par la contraction et le frippement des tissus situés à l'intérieur de l'enveloppe tubuleuse. Certains de ces tissus étaient même complètement disparus dans la préparation.
p Pédoncules atrophiés.
Entre les pédoncules se trouvent les écailles dont chacune renferme un petit faisceau libéro-ligneux.

Fig. 5. — Section transversale de la région centrale du fruit très près du réceptacle. Gross. $\frac{10}{1}$



Mêmes observations que pour la fig. 4.

Le cordon *ligneux* axial (fig. 26, pl. II), comprend quelques trachées initiales, *B*, autour desquelles de petits vaisseaux scalariformes sont serrés en groupe compacte. Ce cordon présente donc très nettement la structure concentrique.

A la périphérie du cordon ligneux on observe ordinairement quelques éléments grêles à parois minces, qui représentent vraisemblablement le *liber*.

Autour du faisceau libéro-ligneux, le *tissu parenchymateux, Tfp,* ne diffère de celui des pédoncules atrophiés que parce que les cellules y sont plus larges, et leurs membranes mieux différenciées. Tout ce parenchyme, ou au moins sa région périphérique, est fortement frippé, *te,* et plus ou moins méconnaissable.

Pour cette même raison, l'*assise colorée* ne se reconnaît que grâce à l'existence d'une coloration ocracée, située à la périphérie des tissus frippés (1).

L'*enveloppe tubuleuse, at,* est entièrement formée de ces tubes que j'ai déjà décrits dans les pédoncules atrophiés. Il y sont seulement plus nombreux, puisqu'on peut en compter jusqu'à 10 et 12 sur le même rayon, et de plus grande taille. Leur longueur dépasse 1/2 milli-

(1) Cet écrasement de l'assise colorée semble s'opposer à l'interprétation indiquée p. 33, d'après laquelle sa coloration serait due à une sclérification pariétale. Il s'accorde bien mieux avec l'idée qu'elle proviendrait du contenu cellulaire.

mètre; leur diamètre est assez variable, mais le plus fréquemment il atteint 0mm,05. La membrane de ces tubes est légèrement et uniformément épaissie en tous les points de leur surface; elle n'est d'aillenrs pas, ou est à peine plus épaisse que sur les pédoncules atrophiés. Cette membrane, *toujours rigide,* ne semble avoir cédé nulle part à la pression, car jamais, malgré leur grand diamètre, on ne voit un seul de ces tubes qui soit même faiblement écrasé.

β. — Les tissus internes, c'est-à-dire l'*assise colorée,* le *tissu parenchymateux,* et le *faisceau libéro-ligneux,* ne subissent aucune modification appréciable dans toute la longueur du pédoncule, sauf cependant au voisinage immédiat de la graine. A ce niveau, en effet (fig. 27, pl. II), les membranes cellulaires deviennent plus épaisses et plus résistantes. Par suite, l'écrasement des tissus y est moindre, et l'assise colorée s'y montre très nettement représentée par de grandes cellules, *ac,* dont la cavité est uniformément colorée.

L'*enveloppe tubuleuse* présente au contraire d'assez grandes variations suivant le niveau :

1. En descendant vers le réceptacle, son épaisseur diminue un peu. En même temps, le nombre des tubes qui la composent s'accroît considérablement, puisque, non loin de la base, on peut en compter jusqu'à 40 et plus sur le même rayon, *et* (fig. 64, pl. V). Cet accroissement du nombre des tubes simultanément avec l'amincissement de l'enveloppe n'est possible que parce que leur diamètre décroît rapidement jusqu'à 0mm,015 et même 0mm,010, sans d'ailleurs que leur nature en soit modifiée (comparer à ce sujet les fig. 63 et 64).

Plus bas encore, très près du réceptacle, la nature de l'enveloppe tubuleuse change assez rapidement. Cette enveloppe se transforme en un tissu parenchymateux, *Ep* (fig. 25, pl. II), formé de grandes cellules polygonales, et il est visible que chacune de celles-ci correspond à un groupe de tubes; je veux dire que, si l'on monte un peu le long du pédoncule, on voit chacune de ces larges cellules se cloisonner et fournir un groupe de tubes par transformation des cellules filles.

Or, la distribution des cellules dans ce parenchyme et sa forme générale montrent, d'une façon indubitable, qu'il dérive du recloisonnement tangentiel et radial de l'épiderme primitif du pédoncule.

L'ensemble de ces faits vient donc encore appuyer l'explication que j'ai donnée sur l'origine épidermique de l'enveloppe tubuleuse.

2. En montant de la section moyenne vers la base des graines, l'épaisseur de l'enveloppe tubuleuse diminue peu à peu, mais en même temps le diamètre des tubes s'accroît jusqu'à $0^{mm},08$ et $0^{mm},085$. La réduction diamétrale de l'enveloppe se fait donc aux dépens du nombre des tubes et, non loin de la base de la graine, cette enveloppe se trouve réduite à deux assises à peu près continues (fig. 27, pl. II). L'une, intérieure, *ap,* est formée de cellules relativement petites dont la membrane est mince et noire, et dont les parois radiales sont généralement affaissées. L'autre, extérieure, *at,* est constituée par des tubes qui rappellent ceux précédemment décrits, mais sont plus courts; ils sont en outre légèrement aplatis radialement, comme s'ils avaient été fortement comprimés contre les écailles voisines.

La position de l'assise colorée permet d'assimiler sans aucun doute l'ensemble de ces deux assises *(assise plissée* et *assise tubuleuse)* à l'enveloppe tubuleuse toute entière du reste des pédoncules. Du reste, la justesse de cette assimilation est encore affirmée par la lecture des coupes successives qui montrent tous les termes de transition.

c. *Pédoncule bifide.*

Parmi les nombreux pédoncules séminifères du *B. Morierei,* j'en ai observé un dont la structure était anormale. A l'intérieur d'une écorce tubuleuse normale se trouvaient *deux cordons* parenchymateux, situés côte à côte, et dont l'un était un peu plus gros que l'autre. Tous deux présentaient d'ailleurs la structure normale, c'est-à-dire un cordon ligneux en son centre, et une assise colorée à sa périphérie.

Je pense que cette anomalie doit être interprétée comme l'indice d'un pédoncule dichotôme et portant probablement deux graines jumelles à son sommet. Si ces deux axes frippés, au lieu d'être entourés par une seule enveloppe tubuleuse normale eussent été entourés, soit tous deux par une enveloppe commune plus ou moins divisée en deux gouttières, soit chacun par une enveloppe propre, peut-être eut-on pu penser que l'on avait affaire à deux pédoncules anormalement accolés et juxtaposés. Mais autour d'eux l'enveloppe était régulièrement circulaire, de telle sorte qu'on doit plutôt, je crois, admettre l'existence d'une dichotomie, qui, au niveau étudié, ne portait encore que sur les tissus intérieurs sans intéresser l'épiderme.

Ce fait de dichotomie des pédoncules séminifères peut, je pense, être comparé à celui qu'on observe assez fréquemment chez le Ginkgo, chez qui le pédoncule porte le plus souvent un seul ovule, mais quelquefois, par influence atavique, deux ou même d'avantage.

Malheureusement, je n'ai observé les faits ci-dessus que sur une coupe isolée. Il m'a donc été impossible de contrôler mon hypothèse par l'étude des parties supérieures et inférieures.

Je dois encore ajouter que les deux branches de la dichotomie, quoique un peu inégales, présentaient toutes d'eux l'aspect des pédoncules fertiles.

B. GRAINES

GÉNÉRALITÉS

Les graines sont droites, portées à l'extrémité des pédoncules et dressées dans leur prolongement (fig. 65, pl. VI). Elles sont longues de 6 à 7 millim.; larges de 2 1/2 à 3 millim., leur plus grand diamètre se trouvant à environ 2 millim. du sommet. Ellipsoïdales à la base, elles sont nettement tétragonales (ou pentagonales) (1) dans leur moitié supérieure; chacun de leurs angles porte une aile épaisse et peu proéminente.

Des brisures locales du fossile ayant mis quelques graines en liberté (fig. 66, pl. VI), j'ai pu constater que leur surface, vue à la loupe, se montre couverte de stries longitudinales excessivement fines. Celles-ci sont, par places, comme déviées autour de points qu'on pourrait prendre pour des stomates (fig. 29, pl. II).

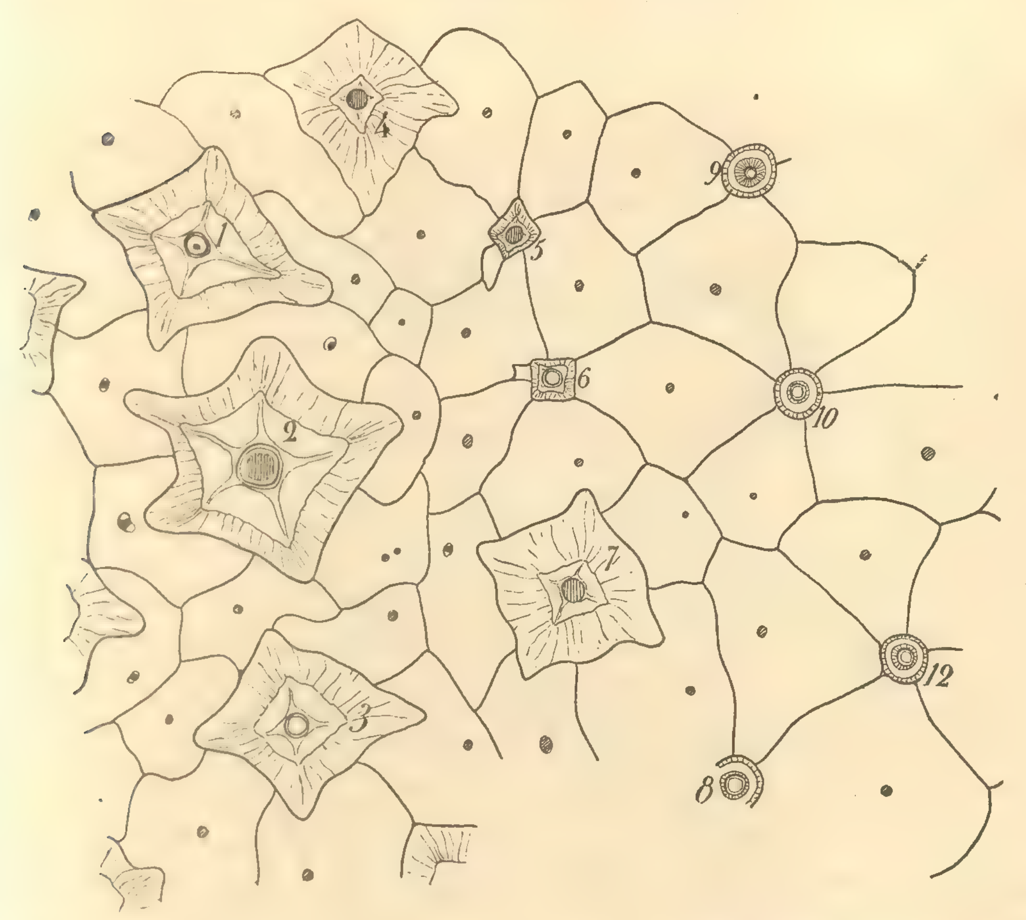
Quelques graines brisées m'ont montré une amande centrale nettement distincte du tégument. Cette amande, plus régulièrement ellipsoïdale que la graine, est arrondie à la base et un peu pointue au sommet. Sa longueur est de 5 millim. 1/2 environ; son diamètre, au 1/3 inférieur, n'est que de 1 millim. 1/2, tandis que celui du 1/3 supérieur a environ 2 millim. En outre, l'amande porte dans sa moitié supérieure quatre très petites ailes qui correspondent à celles de la graine (2).

(1) Parmi les nombreuses graines que j'ai pu observer, une sur cinq environ présentait ainsi la symétrie 5 au lieu de la symétrie 4.

(2) L'étude anatomique montrera que ce que je désigne ici sous le nom d'amande, à défaut d'autre mot, correspond en réalité à l'amande véritable recouverte encore des couches les plus internes du tégument; c'est à celles-ci qu'appartiennent les petites ailes.

Le tégument séminal n'est épais que de 15 centièmes de milli-

Fig. 6. — Section tranversale de la région séminifère du fruit passant près du sommet des graines. Gross. $\frac{10}{1}$.



Par suite de l'obliquité de la section sur la direction des graines, celles de droite sont coupées au niveau de leur tube micropylaire, celles de gauche un peu plus bas, au sommet de leur région ailée.

Les numéros correspondent à autant de graines coupées transversalement. Dans la graine 1, le point central indique le conduit pollinique (voir, *cp*, fig. 35, pl. III, et fig. 68, pl. VI); dans la graine 2, la région couverte de hachures montre la chambre pollinique qui fait suite au conduit. Les graines 5 et 6 sont avortées. Pour la compréhension des diverses sections de graines, comparer cette figure avec les fig. 31, 32, 35 et 37, pl. III, 43, 44 et 45, pl. IV, 68 et 69, pl. VI).

Entre les graines se trouvent les sections des écailles interséminales qui renferment chacune un ou deux faisceaux centraux. Pour quelques-uns de ces derniers, il a été possible de distinguer nettement la position du bois et du liber; le premier est teinté en noir, le second a été laissé en blanc.

mètre près de la base de la graine; il peut atteindre jusqu'à 75 centièmes dans la région des ailes.

Nota. Les graines de *B. Gibsonianus* n'ont que 3 à 4 millim. de long. Leur diamètre transversal paraît varier entre $1^{mm},2$ et $2^{mm},5$, peut-être parce qu'elles sont un peu aplaties. Elles ne semblent pas avoir été ailées dans leur moitié supérieure; peut-être même n'étaient-elles pas carénées ?

Les graines du *Williamsonia Bucklandi,* qui me paraît être un *Bennettites*, sont pourvues de 5 ailes (Saporta, *Pl. Jur.*, vol. IV, pl. XII).

Fig. 7. — Section transversale parallèle à la précédente, mais située un peu plus bas. Gross. $\frac{10}{1}$.



Les numéros indiquent la correspondance des graines dans les deux sections.

Mêmes observations générales que pour la fig. 6.

La graine 2 montre deux cotylédons mal conservés, dans lesquels la place des faisceaux libéro-ligneux est indiquée par de petits trous. Quelques débris de l'intérieur de la graine 1 indiquent qu'elle a dû également renfermer un embryon dicotylédoné. La graine 11 est avortée de même que les graines 5 et 6.

STRUCTURE DÉTAILLÉE

Les graines sont dressées, orthotropes et unitégumentées. Celles qui sont détachées du fruit (fig. 66, pl, VI), sont recouvertes sur toute leur surface d'une assise de cellules allongées longitudinalement et à laquelle elles doivent leur aspect finement strié. Mais cette *assise*

ne leur appartient pas. Elle représente l'épiderme des écailles voisines dont elle s'est détachée en même temps que les graines auxquelles elle est restée adhérente (1). Cette particularité se produisait-elle normalement lors de la déhiscence du fruit et de la chute des graines? ou bien est-elle due simplement à la fossilisation? Je ne saurais le dire, tout en penchant plutôt vers cette dernière interprétation. Quoiqu'il en soit, je renvoie l'étude de cet épiderme à celle des écailles auxquelles il appartient.

A l'intérieur de cette assise superficielle se trouve la graine proprement dite. Sa structure va nous faire revoir les tissus déjà décrits dans le pédoncule, mais modifiés et complétés.

Enveloppe tubuleuse. L'enveloppe tubuleuse du pédoncule a perdu beaucoup de son épaisseur à la base de la graine. Déjà j'ai montré, p. 38, qu'au sommet du pédoncule elle est réduite souvent à deux assises : l'*assise tubuleuse* et l'*assise plissée.*

L'*assise tubuleuse* se retrouve sur toute la longueur des graines, *at* (fig. 28 et 29, pl. II; fig. 37, 38, 39 et 42, pl. III; fig. 47, pl. IV), mais les tubes y sont ordinairement plus grêles que sur les pédoncules. Ils sont en outre si largement distants les uns des autres qu'ils ne constituent plus, à vrai dire, une assise continue. Tantôt ils sont complètement isolés, tantôt ils sont groupés par deux ou trois, parce qu'ils proviennent de la division d'un tube unique.

L'*assise plissée*, *ap*, ne conserve que dans la moitié inférieure de la graine, les caractères, qu'elle avait au sommet du pédoncule; encore, même dans cette région, voit-on par place les cellules qui la composent, s'allonger radialement et venir buter contre l'épiderme des écailles interséminales (fig. 47), laissant à droite et à gauche les tubes de l'assise tubuleuse.

A mesure qu'on monte du milieu de la graine vers son sommet, les cellules de cette assise plissée s'allongent peu à peu radialement, *ar* (fig. 42, pl. III). Elles reprennent l'aspect de tubes qui, cette fois, sont dirigés vers l'extérieur et vers le haut avec une obliquité de plus

(1) Cette assise cellulaire semble si bien, à première vue, constituer l'épiderme des graines et des pédoncules, même lorsque ces pièces sont en place à l'intérieur du fruit, que c'est ainsi que MM. Carruthers et de Solms-Laubach l'ont tous deux interprétée chez le *B. Gibsonianus*.

en plus accentuée à mesure qu'on s'élève vers le sommet de la graine, *ar* (fig. 28 et 29, pl. II). En même temps, leurs membranes cessent d'être noires et faibles ; elles reprennent le léger épaississement et l'aspect rigide qui caractérise celles des tubes dans le pédoncule. Cependant ces tubes rayonnants ne sont pas dissociés comme ceux de l'enveloppe du pédoncule ; ils sont au contraire suffisamment serrés les uns contre les autres, *a'r'* (fig. 67, pl. VI), pour former une assise compacte, épaisse, *ar* (fig. 37, pl. III; fig. 69, pl. VI), que je désignerai désormais sous le nom d'*assise rayonnante*. Les tubes y sont de longueur variable ; ceux qui sont en face des ailes peuvent atteindre jusqu'à $0^{mm},65$ de long, avec un diamètre de $0^{mm},04$. Des sections convenables montrent qu'ils ne sont que bien rarement cloisonnés transversalement.

Ainsi donc, l'assise rayonnante forme le prolongement de l'assise plissée, qu'elle remplace dans la moitié supérieure de la graine. Elle y constitue une sorte de bonnet carré à travers le sommet duquel passe le canal micropylaire.

Dans le mucron (tube micropylaire) de la graine, les deux assises de l'enveloppe tubuleuse subissent une modification complète (fig. 29, pl. II). L'assise externe s'y transforme en une sorte d'épiderme, tandis que l'assise rayonnante paraît devenir une assise sous-épidermique. — J'ai montré, par l'étude des divers pédoncules, que l'enveloppe tout entière provient d'une seule assise épidermique. Il est donc logique d'admettre qu'il en est de même de ces deux assises superficielles du mucron, puisque celles-ci correspondent à cette enveloppe. Toutefois, l'état de différenciation des tissus était trop avancé dans toutes les graines rencontrées par mes sections longitudinales, et le sommet du tube micropylaire y était en trop mauvais état pour qu'il me fût permis de constater *de visu* cette origine. Dans la description ci-dessous, j'emploierai donc les termes *épiderme* et *assise sous-épidermique*, sans tenir compte de leur provenance, mais seulement de leur aspect.

Dès la base du mucron et sur toute sa surface les cellules de l'assise tubuleuse sont complètement transformées, *e* (fig. 32, pl. III). Elles ne sont plus que peu allongées longitudinalement et forment une assise superficielle continue, dans laquelle elles sont serrées les unes contre les autres, au point d'être souvent rectangulaires

en section transversale. Leurs parois sont fortement et régulièrement scléreuses, les couches secondaires étant traversées par de nombreux canalicules, même vers l'extérieur. Quelques-unes de ces cellules sont divisées tangentiellement ; il peut même arriver que la cellule fille extérieure soit elle-même recloisonnée radialement. Mais, comme tous ces recloisonnements se sont produits antérieurement à la sclérification, celle-ci s'est alors établie isolément dans chacune des cellules filles.

Sur certaines graines, les unes avortées, les autres bien développées, ce pseudo-épiderme du tube micropylaire n'est pas scléreux ou du moins ne l'est que très près de la base du tube. Ses cellules sont alors d'une régularité remarquable; toutes rectangulaires en section transversale, elles sont longues radialement d'environ 40 μ, et larges de 30 μ. Leur membrane n'est constituée que par leur couche primaire doublée d'une couche secondaire partout également mince (fig. 34, pl. III). Fréquemment il s'est produit, dans cette assise, un recloisonnement subéreux assez intense (fig. 33).

L'assise sous-épidermique dans laquelle se continue l'assise rayonnante à l'intérieur du mucron est formée de cellules courtes, sensiblement isodiamétriques, et dont la plupart sont, comme celles de l'épiderme, fortement scléreuses (fig. 32).

Dans tous mes échantillons, le sommet du mucron était détruit, de telle sorte, que je n'ai pu voir de quelle façon s'y terminaient les deux assises superficielles.

Épiderme interne du tégument séminal. Le tube micropylaire du *B. Morierei* rappelle beaucoup celui du *Taxus baccata*. Le canal micropylaire, cylindrique dans sa partie inférieure (fig. 32), est, au sommet, réduit à une fente plus ou moins irrégulière (fig. 31). Sur une section transversale, l'épiderme, *Ei,* qui tapisse la fente micropylaire, est formée de cellules étroites et allongées radialement : certaines d'entre elles peuvent atteindre jusqu'à 64 μ de long sur 9 μ seulement de large. Comme aspect et comme disposition générale, cet épiderme rappelle celui de l'If; mais cependant ses cellules ne sont jamais, comme dans cette espèce, recloisonnées parallèlement à la surface de la fente micropylaire. Les parois cellulaires y sont

légèrement scléreuses ; tandis qu'elles deviennent fortement sclérifiées et canaliculées à la base du tube micropylaire, *Ei* (fig. 32).

Un peu plus bas, au niveau des ailes, c'est-à-dire là où elles tapissent la cavité nucellaire, les cellules épidermiques sont redevenues sensiblement isodiamétriques en sectiou transversale, *Ei* (fig. 35 et 37), et allongées suivant l'axe de la graine. Leurs parois sont minces. Cet épiderme conserve les mêmes caractères jusqu'au fond de la cavité nucellaire qui m'a paru d'ailleurs peu profonde. Celle-ci s'étend à peine sur le 1/5 supérieur de l'amande, au moins autant qu'il est possible d'en juger d'après la graine mûre.

Tissu fondamental du tégument séminal. Le tissu fondamental du tégument séminal se différencie en deux régions extrêmement bien caractérisées : une couche externe, *charnue, tch* (fig. 28, pl. II, et fig. 37, pl. III), située sous l'assise plissée (et sous l'assise rayonnante) ; une couche interne, *fibreuse, cf,* qui, dans les 4/5 inférieurs de la graine, limite la surface du nucelle et, dans le 1/5 supérieur (partie libre du tégument au niveau de la chambre nucellaire), est contiguë à l'épiderme interne.

a. Dans tout le tégument, tout à fait à la base de la graine, la *couche fibreuse* ne comprend qu'une seule assise, *cf* (fig. 37 et 38), vis-à-vis de l'espace compris entre les ailes, mais, en face de ces dernières, elle s'épaissit en un petit cordon, *f*, dont les cellules extérieures s'allongent radialement, et pénètrent jusqu'à l'assise rayonnante. Ce tissu forme donc des ailes fibreuses internes qui correspondent aux angles de la graine et sont épaisses au plus de 2 à 3 rangs de cellules. Dans tout ce tissu fibreux, les cellules sont étroites et allongées longitudinalement. Les membranes primaires y sont, en général, renforcées par une épaisse couche secondaire ; cependant, même dans les bonnes graines, j'ai fréquemment observé, qu'à une faible distance du tube micropylaire, les membranes de l'assise sous-épidermique restent minces (fig. 35).

Dans la moitié inférieure de la graine, les ailes fibreuses se réduisent peu à peu, puis disparaissent. Il ne reste plus alors qu'une assise fibreuse, circulaire, continue, *cf* (fig. 38), contre la face intérieure de laquelle les restes du nucelle, *ne*, sont plus ou moins écrasés.

A la base de la graine, le tissu fibreux s'épaissit assez rapidement, de manière à constituer une petite coque en cupule, *cq*, (fig. 28, pl. II), à travers le fond de laquelle le cordon libéro-ligneux du pédoncule pénètre dans la graine. Son épaisseur peut alors comprendre 4 et 5 rangs de cellules plus courtes et plus sclércuses que précédemment.

b. Le *tissu charnu* forme, dans la moitié inférieure de la graine (fig. 38 et 42, pl. III), une couche, *tch*, comprise entre la zone fibreuse et l'assise plissée, et qui n'est d'ordinaire représentée que par deux assises de cellules. Dans la région supérieure de la graine, ce tissu disparaît en face des angles, puisque la couche fibreuse forme des ailes qui viennent s'appuyer directement contre l'assise rayonnante (fig. 37). Mais par contre, il prend une plus grande épaisseur dans les espaces compris entre ces ailes.

Le tissu charnu est en général assez mal conservé. La région qu'il occupe tranche nettement sur le reste des tissus par sa couleur foncée, la taille et la forme de ses cellules, ainsi que par l'état de désagrégation dans lequel elles se trouvent. En effet, les membranes cellulosiques y sont minces, noires et plus ou moins détruites; par places, cependant, on peut encore reconnaître qu'elles étaient couvertes de ponctuations simples (fig. 41, pl. III). Dans chaque cellule se trouve un abondant contenu roux foncé ou brun, qui m'a paru résulter de la transformation du protoplasme et des substances accumulées. C'est même cette interprétation des matières intracellulaires qui m'a fait considérer ce tissu comme charnu. Je dois noter encore que, dans quelques endroits mieux conservés, *le protoplasme contracté porte des prolongements* (fig. 41), qui paraissent correspondre aux ponctuations de la paroi, et que j'interprète comme *des trabécules qui, traversant ces ponctuations, faisaient communiquer les cellules entre elles.*

L'assise du tissu charnu qui le borde extérieurement et se trouve contre l'assise plissée (ou rayonnante), se distingue de toutes les autres, par la disposition régulière des cellules qui, dans son ensemble, rappelle celle du parenchyme en palissade, *ar* (fig. 42). Chacun des éléments qui la composent a la forme d'un tronc de cône, dont la grande base serait extérieure, cet état étant probablement l'effet d'une contraction qui n'aurait affecté que leur moitié

interne. En outre, dans chacun de ces troncs de cônes, la moitié large porte une ornementation réticulée (fig. 38), d'où le nom que j'ai donné à l'assise, tandis que la moitié interne est fortement colorée en brun. Le réticule externe est très fin et s'étend non-seulement sur les faces latérales des cellules, mais aussi sur leur face externe. Son existence ne fait aucun doute là où la cellule est bien conservée, mais il n'en est pas toujours ainsi. En effet, dans quelques graines dont l'assise réticulée était en mauvais état de conservation, j'ai vu ses cellules décollées de l'assise rayonnante, et plus ou moins frippées. Les réticules étaient alors écrasés et ressemblaient, à s'y méprendre, à un liège d'origine secondaire, *ar* (fig. 39 et 40), analogue à ceux qui se produisent si fréquemment dans le péricambium des racines.

Nota. C'est après une certaine période d'hésitation et à la suite de nombreuses recherches, que j'étais arrivé à considérer la couleur brune, qui caractérise la moitié interne des cellules dans l'assise réticulée du *B. Morierei*, comme due à l'accumulation d'un protoplasme succulent. Cependant, après avoir, depuis cette époque, examiné les coupes minces du *B. Gibsonianus*, je suis amené à faire quelques constatations restrictives. M. Carruthers dit, en effet, que les cellules de cette même assise y sont « indurated by a considerable amount of secondary deposits »; M. de Somls-Laubach les déclare « sehr derbwandiger »; moi-même, j'ai pu constater que chacune d'elles y est très fortement scléreuse, sauf dans sa paroi externe, contre laquelle est localisée une cavité cellulaire très réduite. Aussi, en jugeant par analogie et tout en constatant des différences réelles et notables entre les assises en palissade des deux *Bennettites*, je ne puis maintenant me défendre de penser que peut-être la masse brune interne des cellules réticulées du *B. Morierei* représente un épaississement pariétal endommagée et non une accumulation de protoplasme charnu ?

Les cellules de l'assise en palissade du *B. Gibsonianus* ont environ 60 μ de long sur 50 μ de large, tandis que, chez le *B. Morierei*, elles n'atteignent que 50 μ de long et de 30 à 35 de diamètre.

Le *tissu charnu* tout entier, y compris l'assise réticulée, se montre, à la base de la graine, comme formé par le prolongement de l'*assise colorée* du pédoncule. D'autre part, le parenchyme qui, dans ce pédoncule, est à l'intérieur de l'assise colorée m'a paru fournir, en se réduisant, la *couche fibreuse* du tégument.

Au sommet de la graine, le tissu fibreux et le tissu charnu se terminent sur deux ou trois assises, qui sont situées sous l'épiderme interne (fig. 29, pl. II). Les cellules de ces assises sont sensiblement isodiamétriques, en section transversale ; elles ont des parois fortement sclérifiées et canaliculées (fig. 31 et 32, pl. III).

Tissu libéro-ligneux. Nulle part, dans cette description des tissus du tégument séminal, je n'ai fait allusion à des faisceaux libéro-ligneux. C'est qu'en effet nulle part je n'ai pu constater leur présence. A moins cependant qu'il ne faille voir l'indication de faisceaux très réduits dans les cordons fibreux qui se trouvent en face des ailes et que j'ai rattachés à la couche fibreuse. Je me hâte d'ailleurs d'ajouter que je n'ai rien remarqué dans les faits soumis à mes observations qui puisse appuyer cette hypothèse. Ainsi donc, je crois pouvoir dire que le tégument séminal des graines de *B. Morierei* ne reçoit aucune ramification du système libéro-ligneux.

J'ai, d'autre part, indiqué que le faisceau libéro-ligneux du pédoncule passe à travers la coque de la graine et pénètre dans la base du nucelle. Il s'y élève jusqu'à environ 1 dixième de millimètre (fig. 28, pl. II), entouré par un manchon protecteur formé d'éléments scléreux, puis s'étale en une large chalaze cupuliforme, *ch,* parallèle aux contours inférieurs du nucelle. Je n'ai pu reconnaître si cette chalaze est également développée sur tous ses contours ou bien si, au contraire, elle donne insertion à un ou plusieurs faisceaux dans le prolongement de ses bords. Mais, quoi qu'il en soit, il m'a paru évident que le tissu libéro-ligneux ne s'élève pas à plus de 1 millimètre de la base du nucelle.

Nucelle et embryon. La cavité nucellaire étant peu profonde, le *nucelle* n'était libre que près de son sommet. Mais celui-ci s'allongeait en une longue pointe qui pénétrait dans la base du tube micropylaire, *n* (fig. 28).

La plus grande partie du nucelle, dans la graine bien développée, est occupée par un gros *embryon.* Autour de celui-ci, entre lui et la coque (tissu fibreux), se trouve une mince couche formée par des membranes écrasées, dans laquelle il est impossible de distinguer

les tissus composants. Seule la région supérieure du nucelle forme quelquefois, au-dessus de la radicule, une sorte d'entonnoir renversé assez bien conservé.

L'embryon est charnu et dicotylé. Il est droit, sa radicule étant tournée vers le sommet du nucelle. Ses tissus sont en général beaucoup plus mal conservés que chez le *B. Gibsonianus*. Cependant, en quelques rares points, il m'a été possible de voir que les cellules y sont régulièrement polygonales et empilées en longues files longitudinales (fig. 54, pl. IV). Leurs membranes sont très minces; leur contenu est à gros grains sans qu'il soit possible, bien entendu, de déterminer la nature des réserves qu'il représente. Une section transversale heureuse m'a montré, dans chaque cotylédon (fig. 7, p. 42), l'indication vague de 7 traces de faisceaux libéro-ligneux. Ceux-ci sont isolés sur un arc largement ouvert qui s'étend d'un bord à l'autre du cotylédon.

Le mucron nucellaire est en général mieux conservé que tous les tissus précédents du nucelle et de l'embryon. Sur une section transversale pratiquée au niveau du tube mycropylaire, il se montre sous l'aspect d'un tissu massif, *n* (fig. 32, pl. III). Cependant, il peut être traversé dans sa région axiale par un canal, *cp* (fig. 35 et 36, pl. III), formé par gélification des membranes cellulaires; et ce canal aboutit inférieurement (fig. 28, pl. II) à une vaste cavité de même nature, *cp*, qui recouvre, en forme de calotte, l'extrémité supérieure de l'embryon. Ce canal et cette cavité représentent assurément les restes de la chambre pollinique; je n'y ai cependant jamais rencontré aucun grain de pollen. Entre l'embryon et la chambre pollinique se trouvent quelques tissus frippés. Une seule fois j'ai aperçu (fig. 28), à l'intérieur de ces tissus frippés, 2 globules noirs, *co*, situés à droite et à gauche et qui peuvent peut-être être considérés comme des *corpuscules*. Il est vrai qu'ils semblent placés dans une cavité, et qu'en dessous d'eux le nucelle était rempli par un embryon normal, mais celui-ci avait pu se développer aux dépens d'un troisième corpuscule (1).

(1) Je veux dès maintenant indiquer une autre explication possible de ces faits, bien que je ne la crois pas justifiée.

On pourrait admettre que ce que j'ai appelé le mucron nucellaire représente en réalité un tégument interne réduit, comme celui du *Gnetum*. Dès lors, ce que j'ai appelé la chambre pollinique

RÉSUMÉ

Il résulte des faits que je viens d'exposer, que les pédoncules séminifères sont insérés sur le réceptacle, et que d'autre part ils portent chacun une graine à leur sommet (ou très rarement deux par dichotomie). A aucun niveau ils ne donnent insertion à des bractées.

Sur le réceptacle ils paraissent rangés en quinconce ou peut-être en verticilles un peu irréguliers.

La graine que porte chaque pédoncule est située dans son prolongement. Elle est orthotrope, tétragonale dans sa moitié supérieure (ou souvent aussi pentagonale) et unitégumentée.

L'anatomie des pédoncules montre un faisceau libéro-ligneux axial. assez mal caractérisé, dont le bois est à structure centrique, et dont le liber semble placé à droite et à gauche du bois. Le faisceau est entouré par un tissu fondamental non différencié en cylindre central et écorce. Ce tissu reste parenchymateux sauf, peut-être, dans son assise superficielle qui se caractérise comme *assise colorée* et dont la coloration provient probablement du contenu cellulaire. Toute cette région centrale des pédoncules reste grêle, mais, autour d'elle, l'épiderme primitif se transforme en une épaisse enveloppe formée de tubes dissociés *(enveloppe tubuleuse)*. Les tubes de l'enveloppe sont très fins et très nombreux à la base des pédoncules; leur nombre diminue, en même temps que leur taille augmente, à mesure qu'on approche de la graine.

En somme, la structure de ces pédoncules présente des particularités anatomiques bien singulières et voici l'interprétation que j'en crois pouvoir donner.

deviendrait la véritable cavité nucellaire. Peut-être alors les deux globules noirs devraient-ils être compris comme deux grains de pollen, et la cavité (?) qui les renferme comme la véritable chambre pollinique.

A cette interprétation, je vois deux objections dont une me paraît capitale: 1° le mucron nucellaire se montre souvent *plein*, sur une section transversale; il devrait toujours être creux s'il représentait un tégument réduit; 2° lorsque ce mucron est traversé d'une cavité axiale, cette cavité semble produite par destruction de membranes cellulaires; elle n'est pas tapissée par une assise épidermique.

Les pédoncules étaient très courts dans le jeune âge, et recouverts par un épiderme continu, normal. Plus tard ils subissaient un allongement considérable pendant lequel les cellules épidermiques, s'allongeant elles-mêmes sans presque se recloisonner transversalement, se transformaient en tubes. Plus tard encore, ceux-ci se recloisonnaient longitudinalement et se multipliaient en même temps qu'ils s'isolaient les uns des autres par décollement longitudinal, leur forme devenant cylindrique.

De ces transformations successives résultait l'*enveloppe tubuleuse* si singulière au premier abord. L'*assise colorée* dont nous voyons la caractérisation s'accentuer à l'intérieur de la graine, était probablement une sorte d'assise protectrice dont la fonction avait pour but de suppléer, en quelque sorte, à l'épiderme transformé. L'épiderme de ces pédoncules semble en effet avoir été appelé à jouer un rôle tout différent de celui qu'il remplit habituellement. Le dédoublement de ses cellules, leur allongement et leur dissociation, en même temps que la rigidité de leurs membranes, paraissent indiquer qu'elles étaient chargées d'atténuer les frottements et les tiraillements longitudinaux produits par la croissance des organes voisins, frottements et tiraillements qui eussent pu, sans leur intervention, nuire au développement des tissus internes, et par suite, à celui de la graine elle-même. Dans ces conditions, l'épiderme, ne pouvant plus servir comme membrane isolante des gaz et des liquides, aurait été suppléé pour ces fonctions par l'assise sous-jacente que j'ai désignée sous le nom d'assise colorée. Celle-ci peut donc être comparée physiologiquement à l'assise épidermoïdale (subéreuse) des racines.

La structure des pédoncules très jeunes ressemble à peu près complètement à celles des écailles interséminales qui vont être étudiées dans le chapitre suivant.

Les différents tissus des pédoncules se retrouvent dans les graines, mais avec quelques modifications. Le *faisceau libéro-ligneux* pénètre tout entier dans la base du nucelle et s'y étale en une chalaze cupuliforme. L'*enveloppe tubuleuse* se réduit, dès le sommet des pédoncules, à deux assises dont l'une, extérieure, reste constituée par des tubes longitudinaux peu denses, tandis que l'autre, intérieure, forme l'*assise plissée*. Celle-ci subsiste dans

toute la base de la graine, mais, dans sa moitié supérieure, elle se transforme en une assise résistante composée de longs tubes cohérents et dirigés radialement (*assise rayonnante*) qui forme dans son ensemble une sorte de bonnet carré (ou pentagonal). L'*assise colorée* se multiplie et se transforme dans la graine en *tissu charnu*, dont l'assise externe se caractérise par des réticules pariétaux (*assise réticulée*). Le mésophylle des pédoncules se sclérifie dès la base de la graine et y constitue la coque ; dans le tégument, il est réduit à une seule assise fibreuse que renforcent des ailes également fibreuses situées en face des angles saillants de la graine.

Le *nucelle* n'est isolé du tégument que près de son extrémité supérieure dans laquelle il possède une large chambre pollinique. A son intérieur s'est développé un gros embryon dicotylé. Il ne présente aucune trace d'albumen.

Chacun des cotylédons de l'embryon est parcouru par 7 petits faisceaux isolés sur un même arc de cercle.

La disposition générale des pédoncules et des graines est la même chez le *B. Morierei* que chez le *B. Gibsonianus ;* mais ils diffèrent l'un de l'autre par de nombreux détails : la longueur des pédoncules, la taille et la forme des graines, le développement de l'assise rayonnante du tégument séminal, la différenciation de son assise réticulée, etc.

Obs. Les pédoncules et les graines sont limités extérieurement par une assise magnifiquement caractérisée qui semble leur appartenir, et que MM. Carruthers et de Solms-Laubach ont tous deux considérée comme représentant leur épiderme. Cette assise est en effet épidermique, mais elle dépend des écailles intersém inales voisines.

ÉCAILLES INTERSÉMINALES

GÉNÉRALITÉS

Les écailles interséminales se détachent toutes du réceptacle même. Elles s'élèvent entre les pédoncules et les graines qui les compriment entre eux (fig. 4 et 5, p. 36 ; fig. 6 et 7, pp. 41 et 42) et viennent dresser leurs sommets au-dessus de la région séminifère. Ceux-ci se renflent à la façon des bractées dans les cônes de pins et forment ainsi, par dessus les graines, un revêtement continu que traversent seuls les tubes micropylaires.

Il semble que chaque pédoncule groupe autour de lui 5 à 6 de ces écailles. A la surface du fruit, cette distribution des écailles se traduit par la formation autour des tubes micropylaires des rosettes précédemment décrites.

Là où les écailles interséminales sont très comprimées, comme, par exemple, entre la base des pédoncules (fig. 5, p. 36), et au niveau des graines (fig. 7, p. 42 ; fig. 44 et 45, pl. IV), elles sont très aplaties et lamelleuses. Là, au contraire, où la compression n'existe pas, comme au-dessus des graines (fig. 6, p. 41), elles tendent à s'épaissir et à devenir même sensiblement isodiamétriques. En un mot, leur forme adulte est déterminée par leur position et par la compression qu'exercent sur elles les graines et les pédoncules voisins. Cependant celles qui se trouvent à la périphérie du fruit, dans la région des pédoncules atrophiés, et qui par suite sont libres de la compression de ces derniers, celles-là, dis-je, se montrent aplaties concentriquement au fruit (fig. 2., p. 31).

Outre ces écailles interséminales proprement dites, il en est d'autres qui, situées plus extérieurement que toutes les précédentes, présentent quelques caractères spéciaux.

J'étudierai successivement les écailles interséminales proprement dites dans la région centrale du fruit, là où les pédoncules séminaux sont bien développés, puis dans la région périphérique où ils sont atrophiés. Je leur comparerai ensuite les écailles superficielles.

Les écailles superficielles sont, à la base du fruit, contiguës aux bractées involucrales, mais la structure des unes et des autres montre que, malgré ce voisinage, il existe entre elles une limite tranchée.

Nota. Le *B. Gibsonianus* m'a paru présenter à sa périphérie un bien plus grand nombre de ces écailles superficielles que le *B. Morierei;* mais la plupart d'entre elles semblent peu différentes des écailles interséminales proprement dites, sauf cependant celles de recouvrement qui présentent les mêmes particularités que chez le *B. Moricrei.*

STRUCTURE DÉTAILLÉE

Écailles interséminales de la région centrale. — A. Si l'on vient à faire une coupe transversale dans une de ces écailles, au niveau du sommet des pédoncules, c'est-à-dire à un niveau où elle présente une assez notable épaisseur, on y observe de la périphérie au centre (fig. 46, pl. IV, et 71, pl. VI) :

Une *assise épidermique, E,* continue ;

Un *tissu fondamental, Tf,* qui comprend d'ordinaire une couche scléreuse sous-épidermique, *ase,* et une région parenchymateuse interne ;

Un *cordon libéro-ligneux* central, $B + L$.

a. L'*épiderme, E,* forme une assise cellulaire uniforme sur toute la surface de l'écaille et qui se distingue nettement de tous les tissus voisins par la structure spéciale de ses éléments. Ceux-ci sont des sortes de tubes longitudinaux, longs d'au moins $0^{mm},3$ à

$0^{mm},4$, et dont le diamètre varie entre 10 et 30 μ. Mais ce qui constitue la véritable originalité de cet épiderme, c'est que *les épaississements de la membrane secondaire y sont beaucoup plus grands sur la paroi interne que sur la paroi externe ;* c'est par conséquent l'inverse de ce qui se produit habituellement. Cette membrane secondaire, *c2,* (fig. 52, pl. IV), est ordinairement contractée et détachée de la membrane primaire, *m1,* et c'est presque toujours uniquement dans les parois interne et latérales que se produit le décollement, *d.* Quelquefois aussi, les diverses couches de la membrane secondaire sont inégalement contractées et séparées les unes des autres par des décollements secondaires.

Cet épaississement de la paroi interne des cellules épidermiques ne semble d'ailleurs porter aucune ponctuation.

La structure de l'épiderme est invariable, quel que soit l'organe contre lequel il est appliqué, que ce soit contre l'enveloppe tubuleuse d'un pédoncule, ou contre l'épiderme d'une autre écaille. Elle se retrouve avec les mêmes particularités chez le *B. Gibsonianus.*

Les coupes microscopiques du *B. Morierei* présentent fréquemment des fissures entre les écailles contiguës ; or il est remarquable que jamais la surface de rupture n'est établie à la surface même des écailles, c'est-à-dire entre les deux épidermes, mais bien entre l'épiderme et l'assise sous-épidermique, *d* (fig. 46, 48, pl. IV). En outre, tantôt cette rupture se produit dans l'une des deux écailles seulement et tantôt dans les deux. Dans ce dernier cas, qui est loin d'être rare, les deux épidermes restent accolés l'un à l'autre, *EE* (fig. 23, 24, 29, pl. II ; 46, 48, pl. IV; 69, 70, 71, pl. VI), et sont plus ou moins séparés de leurs mésophylles respectifs. Ce sont ces épidermes doubles que M. Carruthers a signalés à la périphérie du fruit sans les comprendre, et dont M. de Solms-Laubach a déterminé la véritable valeur dans les régions interpédonculaires.

Un décollement épidermique analogue se produit encore aux dépens des écailles appliquées soit contre les pédoncules, soit contre les graines. Il en résulte qu'à première vue leur épiderme semble être celui des pédoncules mêmes et des graines, *Ee* (fig. 27, pl. II ; fig. 37 et 38, pl. III ; fig. 47, pl. IV). J'ai montré précédemment que MM. Carruthers et de Solms-Laubach s'étaient tous deux laissés prendre à cette appa-

rence. L'erreur est d'ailleurs d'autant plus facile que, ainsi que je le montrerai tout à l'heure, l'assise sous-épidermique offre souvent les mêmes particularités de structure que l'épiderme lui-même. D'ailleurs j'ai décrit, p. 42, une graine qui, détachée du fruit, était ainsi complètement recouverte par l'épiderme des écailles voisines. J'ai même dit, à propos de cet épiderme que, vu à la loupe, il semblait faire supposer la présence de quelques stomates (fig. 29 *bis*, pl. II). J'avoue, il est vrai, que jamais je n'ai su les reconnaître au microscope, ni sur des sections transversales, ni sur des sections longitudinales; peut-être parce qu'ils sont peu nombreux.

b. — α. La couche scléreuse du *tissu fondamental* est irrégulièrement épaisse (fig. 46, pl. IV et 71, pl. VI). Elle comprend d'ordinaire l'assise sous-épidermique tout entière, l'assise ou une partie de l'assise sous-jacente et même quelques sclérites éparses plus intérieures. Toutes les cellules de cette couche sont allongées, plus ou moins cylindriques et, d'une façon générale, on peut dire qu'elles ressemblent aux éléments que j'ai décrits dans la bande scléreuse antérieure des bractées involucrales. Il y a lieu de noter cependant que leurs ornementations pariétales sont presque toujours des ponctuations canaliculées plus ou moins fines. C'est bien rarement et seulement dans des cellules isolées que j'y ai observé des ponctuations transversales analogues à celles qui caractérisent d'une façon si spéciale le parenchyme des bractées. Fréquemment l'épaississement pariétal des cellules sous-épidermiques est, de même que celui de l'épiderme, plus considérable sur leur face interne (fig. 46 et 52, pl. IV); toutefois cette particularité y est toujours moins accentuée.

β. Les cellules de la région parenchymateuse du tissu fondamental sont larges et assez allongées longitudinalement. Elles étaient probablement, dans la plante vivante, serrées les unes contre les autres, ne laissant au plus entre elles que des méats angulaires. Mais, en raison de sa structure peu résistante, ce tissu a été souvent abîmé lors de la fossilisation; il paraît alors lacuneux, est écrasé ou est même en partie détruit.

M. de Solms-Laubach signale quelques canaux à gomme dans les écailles interséminales du *B. Gibsonianus;* je n'en ai jamais rencontré chez le *B. Morierei.*

c. Le cordon libéro-ligneux (fig. 46 et 71) est entièrement primaire. Il comprend ordinairement :

1° Un petit massif ligneux interne, *B*, composé d'une ou de quelques trachées centrales autour desquelles sont serrés de petits vaisseaux. Parmi ces derniers, il en est qui sont certainement couverts de spiricules très serrées, mais en outre quelques-uns m'ont paru être soit scalariformes, soit au moins rayés transversalement.

2° Deux petits massifs libériens, *L*, situés à droite et à gauche du bois. Leurs cellules sont très grêles, allongées et toujours à parois minces. Rarement le tissu libérien semble s'étendre à peu près également tout autour du faisceau. Plus souvent les deux massifs libériens latéraux sont réunis par une bande *extérieure au bois* (1). Ordinairement, au lieu d'être rigoureusement latéraux, ils sont un peu *extérieurs*.

L'orientation générale de ce cordon libéro-ligneux est donc souvent très difficile à déterminer. Lorsqu'elle est déterminable, elle se montre toujours telle que le bois peut être considéré comme plus rapproché de l'intérieur du fruit et le liber plus extérieur.

B. — Si, partant du niveau qui vient d'être décrit, nous suivons une écaille en descendant vers le réceptacle, nous voyons sa structure subir des modifications insensibles.

D'abord l'écaille devient, ainsi que je l'ai déjà indiqué, plus lamelleuse parce qu'elle est plus comprimée, *Ei* (fig. 64, pl. V). La taille de ses cellules épidermiques, *Ee* (fig. 51, pl. IV), diminue peu à peu et devient plus uniforme, jusqu'à ce que leur diamètre soit de 10 à 15 μ. D'autre part, le tissu fondamental devient, sauf de rares exceptions, entièrement parenchymateux, de telle sorte qu'à la base des écailles l'épiderme seul possède des parois épaisses. Aussi, à ce niveau, une section transversale de la région des écailles montre plus qu'ailleurs des bandes sinueuses (formées par l'accolement des deux épidermes d'écailles contiguës) qui tranchent sur le reste des tissus, *EE* (fig. 64, pl. V).

Les cordons libéro-ligneux m'ont paru peu différents, à la base des écailles, de ce qu'ils sont plus haut. Leur étude y est d'ailleurs rendue difficile par le mauvais état de conservation des tissus.

(1) *Extérieure* par rapport à l'axe du fruit.

C. — En montant au contraire des pédoncules vers le sommet du fruit, on voit la forme des écailles se modifier suivant les circonstances, devenir très lamelleuse entre les graines, puis s'épaissir de nouveau au sommet pour y produire le renflement terminal. Mais en même temps leur structure subit des modifications sensibles.

Là où les écailles sont comme écrasées entre les graines (fig. 47, pl. IV), leur amincissement est dû non seulement à la réduction du tissu fondamental, mais aussi à l'aplatissement des cellules parallèlement à la surface des graines. D'autre part, toutes ou presque toutes les cellules du mésophylle sont scléreuses, sauf tout à fait au voisinage du cordon libéro-ligneux.

Au niveau du sommet des graines, tous les tissus reprennent plus d'ampleur. Les cellules de l'épiderme peuvent y atteindre jusqu'à 80 μ de diamètre ; il est vrai qu'à côté de ces énormes cellules il en est d'autres dont le diamètre n'est que de 20 μ, car, à ce niveau, la taille des cellules épidermiques est extrêmement variable. De même certaines cellules scléreuses du tissu fondamental, surtout parmi les plus intérieures, peuvent atteindre jusqu'à 90 μ de diamètre.

Plus haut encore, au niveau des renflements terminaux des écailles, tous les tissus, ou à peu près, sont devenus scléreux et leurs parois sont couvertes de ponctuations canaliculées ou plus rarement transversales. Les cellules épidermiques, qui inférieurement étaient allongées en tubes, se raccourcissent peu à peu vers le haut jusqu'à devenir plates, en même temps qu'elles s'allongent un peu radialement, *Eec* (fig. 29, pl. II), *E* (fig. 50, pl. IV). Puis, sur le sommet du renflement formé par l'écaille, elles sont plus ou moins recloisonnées, *Er* (fig. 50), et souvent peut-être subéreuses, ce recloisonnement et cette subérisation s'étendant soit sur tout le sommet du renflement soit seulement à sa périphérie.

Le renflement terminal de l'écaille est dû (fig. 48 et 50) au recloisonnement intense du tissu fondamental et plus particulièrement de ses assises externes, les nouvelles cloisons étant toujours parallèles ou perpendiculaires à la surface.

Le cordon vasculaire se poursuit jusqu'au sommet de l'écaille (fig. 48 et 50), ses trachées initiales étant toujours au centre (fig. 49),

et il se termine dans le mucron ; près du sommet, ses cellules sont toutes scléreuses. Quelquefois, mais rarement, j'ai cru observer une dichotomie du cordon vasculaire un peu au-dessous de son extrémité.

Le mucron que porte le renflement terminal de chaque écaille (fig. 50) me paraît représenter son sommet primitif. Au-dessous de lui se serait produit tardivement le recloisonnement du tissu fondamental auquel est dû le renflement.

Écailles interséminales de la région périphérique. — Les écailles de cette région (fig. 2, p. 31 ; fig. 70, pl. VI) diffèrent surtout des précédentes parce qu'elles ne sont pas comprimées entre les pédoncules, ceux-ci étant restés grêles. En outre la sclérification y est beaucoup moins accentuée ; elle n'intéresse le plus souvent que l'assise épidermique et l'assise sous-épidermique. Leurs sommets, quoique moins renflés que ceux des écailles précédentes, présentent les mêmes faits de sclérification.

Écailles superficielles. — Ces écailles sont ordinairement plus larges que les précédentes, et elles le sont d'autant plus qu'elles sont plus extérieures (fig. 2). Celles dont la face extérieure est libre à la surface du fruit, présentent une double différenciation de leurs tissus. Sur leur face intérieure, qui est accolée à d'autres écailles, elles montrent la structure des écailles interséminales périphériques. Sur leur face extérieure, qui est libre, elles offrent la structure des renflements terminaux de ces mêmes écailles, *eh* (fig. 58, pl. V). Jusqu'ici donc ces écailles superficielles ne se distinguent de celles de la région séminale périphérique que par une localisation différente des mêmes particularités, localisation qui est d'ailleurs en rapport avec leur position dans le fruit.

Une différence plus sensible réside dans le tissu libéro-ligneux. En effet celles des écailles superficielles qui sont les plus larges peuvent posséder jusqu'à 6 petits cordons libéro-ligneux rangés parallèlement à leur face intérieure (fig. 2). A ce point de vue tout à fait spécial, les écailles superficielles se montrent donc comme intermédiaires entre les écailles interséminales proprement dites et les bractées involucrales. Chacun de leurs cordons libéro-ligneux

a d'ailleurs la même structure que l'unique cordon des écailles interséminales.

Entre les écailles superficielles les plus modifiées et les écailles interséminales typiques on trouve tous les termes de transition, et fréquemment des écailles périphériques renferment deux et trois faisceaux libéro-ligneux. Il est vrai que par exception les écailles de la région centrale peuvent également en posséder deux.

Nota. La disposition des écailles interséminales est la même chez le *B. Gibsonianus* que chez le *B. Morierei.* Cependant la région des pédoncules atrophiés semble manquer, tandis que celle des écailles superficielles paraît notablement plus épaisse. Mais cette particularité apparente peut parfaitement provenir de la destruction du tissu fondamental et de l'écrasement consécutif des pièces composantes. J'ai en effet montré qu'entre les pédoncules atrophiés et les écailles interséminales du *B. Morierei* il n'existait que des différences très faibles et que leurs épidermes en particulier se ressemblaient beaucoup. Or les seuls tissus subsistants de ces régions, chez le *B. Gibsonianus*, sont les épidermes ; d'où cette conséquence très probable que, chez ce dernier, il nous est impossible de discerner les pédoncules atrophiés des écailles interséminales voisines. Dès lors la différence que je signalais ci-dessus entre les deux fossiles, n'est très probablement qu'apparente.

RÉSUMÉ

Les écailles interséminales se montrent, à tous les niveaux, indépendantes des graines et des pédoncules ; elle sont intercalées entre eux et ne sont jamais insérées sur eux. Leur sommet est renflé et sclérifié pour la protection des graines.

Les écailles interséminales remplissent toute la région que M. Carruthers attribuait au « fleshy pericarp ». Le tissu homogène périphérique est, lui aussi, formé par des écailles analogues, ainsi que l'avait soupçonné M. de Solms-Laubach ; son aspect particulier est dû à ce fait que la face extérieure des écailles superficielles est modifiée pour la protection du fruit de la même façon que le sommet des écailles interséminales proprement dites.

Chacune des écailles ne renferme ordinairement qu'un seul cordon libéro-ligneux, toutefois celles de la périphérie du fruit,

qui sont plus larges, peuvent en posséder plusieurs, quelquefois même jusqu'à 5 et 6. Ces cordons ont la structure centrique, au moins en ce qui concerne le bois, le liber y étant ordinairement localisé, soit de chaque côté du bois et un peu extérieurement, soit plus rarement contre sa face extérieure.

Chacun de ces cordons libéro-ligneux représente certainement un seul faisceau unipolaire. La disposition centrique du bois y est due soit peut être à la réduction du faisceau, soit plus probablement à sa nature diploxylée.

Toutes les écailles se montrent donc comme des feuilles réduites et spécialisées, qui très probablement ont toutes même orientation.

Leur épiderme est caractérisé par un épaississement pariétal localisé sur la face interne et les faces latérales des cellules. Leur mésophylle est dépourvu de canaux gommeux. Il est habituellement sclérifié dans sa région sous-épidermique. Toutefois la sclérification n'y présente pas toujours les particularités d'ornementation transversale que j'ai signalées chez les bractées involucrales.

RÉCEPTACLE

La partie du réceptacle que renfermait mon échantillon était tellement réduite qu'elle ne m'a fourni que des données bien incomplètes.

Je n'ai aucune indication sur la façon dont s'inséraient latéralement les tissus des bractées involucrales. A moins qu'il ne faille rapporter à leur système libéro-ligneux un fragment de faisceau qu'a rencontré l'une de mes coupes transversales (fig. 53, pl. IV). Ce faisceau rappelle en effet beaucoup ceux des bractées involucrales, bien qu'il soit notablement plus gros et plus large, et que tous les tissus fibreux y aient des parois plus minces. De même que ceux des bractées, ce faisceau possède un groupe d'éléments antérieurs, *Ba,* que je serais disposé à rapporter au bois centripète, si, d'ordinaire, les faisceaux foliaires des Bennettitées ne perdaient ce bois avant de rentrer dans la tige.

J'ai déjà dit que les pédoncules séminifères et les écailles interséminales restent indépendants les uns des autres jusqu'au réceptacle. Leurs bases se fondent en effet isolément dans la surface de ce dernier sans qu'il soit possible d'observer entre elles un groupement quelconque. La partie subsistante du réceptacle était d'ailleurs trop réduite pour que j'aie pu approfondir davantage mes recherches dans cette direction.

Entre la base des écailles et celle des pédoncules se trouvent des poils lamelleux semblables à ceux que portent les bractées involucrales, et qui probablement s'insèrent directement sur le réceptacle.

DISCUSSION & CONCLUSIONS

Des descriptions anatomiques ci-dessus il résulte indubitablement que le fossile désigné par MM. de Saporta et Marion sous le nom de *Williamsonia Morierei,* ressemble beaucoup au fruit du *Bennettites Gibsonianus* Carr., et qu'il est au contraire nettement différent des organes décrits par M. Williamson et désignés par M. Carruthers sous le nom *Williamsonia Gigas*. Peut-être, ainsi que le pensent MM. de Saporta et Marion, représente-t-il l'appareil femelle d'une plante, dont un *Williamsonia* serait l'appareil mâle ? Mais cette supposition ne me paraît pas avoir encore été suffisamment appuyée par des faits probants pour qu'il soit possible de conserver le même nom générique à ces deux sortes d'organes si différents l'un de l'autre à divers points de vue. Je crois donc qu'il y a lieu d'employer, jusqu'à nouvel ordre et indépendamment l'un de l'autre, les deux noms créés par M. Carruthers : *Williamsonia* et *Bennettites*. Or, ainsi que je viens de le dire, l'échantillon de Villers se rapproche autant du fruit du *B. Gibsonianus* qu'il diffère de l'organe mâle (?) du *Williamsonia Gigas*.

Peut-être le *Podocarya Bucklandi* Ung. (1) appartient-il au même genre que les *B. Gibsonianus* et *B. Morierei*. Il serait alors l'échantillon typique le plus anciennement décrit et par suite le nom générique de toutes ces sortes de fossiles devrait être *Podocarya*. Mais la structure anatomique du *P. Bucklandi* n'étant pas connue, l'assimilation reste douteuse, sinon quant à la famille, au moins quant au genre. Dans ces conditions il ma paru préférable d'adopter, comme M. de Solms-Laubach, le nom générique de *Bennettites,* qui

(1) Unger, *Gen. et spec. pl. foss.*, p. 327.

est celui sous lequel a été décrit l'échantillon le plus ancien (*B. Gibsonianus*) dont la structure soit bien connue dans le tronc en même temps que dans le fruit. Mais peut-être le nom familial de Podocaryées serait-il plus régulier que celui de Bennettitées.

Le *B. Morierei* terminait probablement un rameau latéral de même que les fruits du *B. Gibsonianus*. Mais était-il, comme chez ce dernier, intérieur à la cuirasse formée autour du tronc par les coussinets foliaires? N'était-il pas plutôt extérieur à cette cuirasse comme chez les *Mantellia* et les *Raumeria?* On ne peut que bien difficilement se prononcer sur ce point; l'isolement dans lequel le fruit a été trouvé semblerait, il est vrai, plaider en faveur de la seconde hypothèse et, à ce titre, j'eusse peut-être dû rapporter mon échantillon à l'un des deux derniers genres. Cependant cette indication est trop vague pour que j'aie songé longtemps à éloigner le fossile de Villers du genre *Bennettites*. En effet les différences structurales et anatomiques qui le distinguent du fruit du *B. Gibsonianus* qui sert de type, me paraissent trop faibles pour être génériques; elles sont simplement spécifiques.

Le *B. Morierei* comprend, sans aucun doute, un réceptacle à peine convexe, qui donne insertion à deux sortes d'organes : des pédoncules séminifères et des écailles interséminales intercalées entre les pédoncules. Le tout était recouvert par de larges bractées involucrales qui s'inséraient, les unes, sur le bord même du réceptacle, les autres, plus inférieurement peut-être.

J'ai montré que les bractées involucrales devaient être, contrairement à celles du *B. Gibsonianus*, terminées par une petite expansion, en forme de limbe entier ou composé, et qu'en outre la nervation de ce limbe devait être soit pennée, comme chez les Cycadées, soit plutôt en éventail, comme chez les Salisburiées. C'est là un fait qui, malgré le vague de son indication, est intéressant, puisque la forme des feuilles des Bennettitées est encore actuellement entièrement inconnue.

D'autre part la nervation parallèle de ces bractées involucrales se distingue de celle du *Williamsonia Gigas* par l'absence des

nervures transversales que M. de Saporta signale et figure chez ce dernier.

Les pédoncules séminifères se détachent directement du réceptacle et chacun d'eux montre, dans le jeune âge au moins, la même structure que les écailles interséminales. Plus tard en effet il devient très différent de celles-ci non seulement par sa croissance diamétrale et sa forme qui est alors grossièrement cylindrique, mais aussi et surtout par la bizarre transformation de son épiderme en enveloppe tubuleuse.

Chacun des pédoncules porte une graine qui est terminale, dressée et située dans son prolongement ; par anomalie, certains d'entre eux peuvent être bifides et biséminifères. Les graines sont petites, orthotropes, unitégumentées et pourvues d'une large chambre pollinique. Exalbuminées, elles renferment un gros embryon charnu, dicotylédoné et dont chaque cotylédon est parcouru par 6 ou 7 faisceaux probablement parallèles. Le tégument est mince et presque sec; il semble en outre peu résistant, malgré la transformation si originale de son épiderme en une assise composée de longs tubes rayonnants.

Les écailles interséminales sont toutes insérées sur le réceptacle entre les pédoncules. Elles sont lamelleuses sauf à leurs sommets. Ceux-ci sont en effet renflés en massue à la façon de ceux des écailles séminales dans les cônes de Conifères et, comme chez ces derniers, ils recouvrent et protègent les graines.

Il existe en général 5 à 6 écailles pour un pédoncule. Mais quelle est exactement la position des unes par rapport aux autres? Sont-elles, ainsi qu'on l'a cru tout d'abord par l'examen de la surface du fruit, distribuées en rosettes autour des pédoncules? ou bien leur distribution est-elle indépendante de ces derniers? C'était là un point très important à connaître mais sur lequel l'étude du réceptacle ne m'a rien donné parce qu'il était trop insuffisamment conservé. J'ai donc dû, pour chercher à résoudre cette importante question, m'adresser à des faits d'un autre ordre et d'une étude plus délicate.

Trois hypothèses me semblaient possibles : ou bien toutes les

écailles interséminales sont indépendantes des pédoncules et rangées sur le réceptacle à la façon des feuilles sur un axe support ; ou bien toutes les écailles sont dépendantes des pédoncules et rangées autour de leurs bases à la façon de feuilles qui appartiendraient à des bourgeons insérés sur le réceptacle et terminés chacun par un pédoncule ; ou bien les unes dépendent du réceptacle et les autres des pédoncules. Partant de ces hypothèses j'étudiai d'abord la forme des écailles en section transversale et leur distribution par rapport aux pédoncules, mais sans résultats bien concluants. En effet, dans la région médiane du fruit, les écailles paraissent rangées concentriquement autour des pédoncules, ce qui peut être le résultat de la compression exercée par la croissance diamétrale de chacun de ces derniers ; d'autant plus que même dans cette région il existe une certaine irrégularité quant au nombre des écailles qui entourent chaque graine et qu'il peut même arriver que certaines écailles semblent indépendantes de tous pédoncules (fig. 6 et 7, pp. 41 et 42). Dans la région périphérique du capitule, là où les pédoncules sont atrophiés et par suite n'exercent aucune compression, les écailles paraissent indépendantes d'eux ; elles se montrent au contraire aplaties et rangées concentriquement par rapport à l'axe du fruit ; mais cet aspect peut encore être le résultat de la compression générale qui a été exercée par la croissance radiale de toute la région centrale du fruit. Il est vrai, d'autre part, que des transitions insensibles mènent de ces écailles périphériques aux écailles superficielles et que celles-ci, éloignées de tous pédoncules, s'en montrent nettement indépendantes. Quoi qu'il en soit cette première série d'observations tout en me conduisant à penser que certaines écailles, au moins, sont indépendantes des pédoncules, ne résolvait pas complètement le problème. Je me suis alors adressé à la structure du tissu libéro-ligneux. Mais ici nouvelles difficultés. J'ai en effet montré que le bois, y ayant d'habitude la structure centrique, était ordinairement flanqué, à droite et à gauche, de deux massifs libériens ce qui rend difficile la détermination de l'orientation du faisceau. Cependant en accumulant les observations et en y tenant compte des plus petites particularités de structure, je suis arrivé à pouvoir faire la constatation suivante : *toutes les fois que l'orientation d'un faisceau d'écaille*

intersèminale ou superficielle est nettement discernable, le bois de ce faisceau se montre plus rapproché de l'axe du fruit et son liber plus éloigné. Je crois donc pouvoir formuler les conclusions suivantes qui sans être absolument rigoureuses sont cependant très probables : *1° toutes les écailles intersèminales et superficielles ont même orientation; 2° l'orientation de ces écailles est celle de feuilles qui seraient portées directement par le rameau fructifère.*

D'autre part j'ai montré que la structure des pédoncules jeunes ressemblait énormément à celles des écailles intersèminales. Aussi suis-je très porté à les considérer comme représentant effectivement des feuilles fertiles. Cela serait d'ailleurs d'accord avec ce que nous savons de la reproduction chez toutes les plantes gymnospermiques; les Salisburiées en particulier nous présentent encore actuellement des faits très comparables, puisque les écailles séminifères y portent les ovules à leur sommet et sont *presque identiques* comme forme, comme allongement et comme structure *au pétiole des feuilles.* Il n'est pas sans intérêt de remarquer en outre que les cas anormaux des pédoncules bifides rappellent jusqu'à un certain point les anomalies semblables du Ginkgo et l'écaille normalement dichotome de ses ancêtres les *Baiera* (1).

Mais même en admettant l'origine foliaire des pédoncules, on peut se demander si, de même que chez le Ginkgo et les autres Conifères, ils représentent une feuille fertile *née dans l'aisselle d'une bractée mère,* ou s'ils ne sont que des organes *similaires des écailles* dont une partie serait fertile (pédoncules) alors que l'autre resterait stérile (écailles intersèminales).

L'orientation du faisceau de ces pédoncules jeunes, si ce faisceau était suffisamment développé, trancherait la difficulté, puisque l'écaille ovulifère des Conifères a une orientation inverse de celle de la bractée mère. Malheureusement ce faisceau est, ainsi que je l'ai montré p. 51, toujours trop mal caractérisé pour qu'une pareille observation fournisse des résultats certains. Cependant les rapports

(1) Peut-être est-il juste de rappeler encore ici que dans les *Cordaianthus Lindleyi* Carruth. et *C. Pitcairniæ* (Lind. et Hutt.) sp. (Voir Zeiller, *Bassin houiller de Valenciennes,* pl. XCIV, fig. 5), les graines sont placées au sommet de longs pédoncules et dans leur prolongement.

de position des écailles et des pédoncules dans la région périphérique du fruit m'incitent à admettre que, quelle que soit leur orientation, les pédoncules n'appartiennent pas au cycle des écailles.

Je pense donc, en résumé, qu'on peut définir l'inflorescence du *B. Morierei,* et par suite celle des Bennettitées, de la façon suivante, en considérant le tronc support comme un axe de 1er ordre (1). L'axe fructifère est un axe de 2e ordre dont le sommet est raccourci en un réceptacle convexe; les feuilles inférieures au réceptacle sont transformées en bractées involucrales; les feuilles insérées sur le réceptacle sont transformées en écailles interséminales; les pédoncules séminifères sont des feuilles fertiles qui appartiennent à des bourgeons unifoliés de 3e ordre. Je n'ajoute pas que ces derniers sont axillaires, parce que je ne l'ai pas vu et que peut-être cela n'est pas. — Il est bon de rappeler ici que les rapports de position admis par moi entre les pédoncules, les écailles et l'axe fructifère sont justement ceux qui existent, chez le *B. Gibsonianus,* entre les rameaux fructifères, les coussinets foliaires voisins et le tronc support. En effet le tronc de ce *Bennettites* porte de même un grand nombre de feuilles juxtaposées les unes aux autres entre lesquelles sont intercalés de place en place des rameaux fructifères. Ceux-ci seraient axillaires d'après M. Carruthers, mais M. de Solms-Laubach émet quelques doutes à ce sujet. En somme la disposition générale du rameau fructifère, des écailles interséminales et des pédoncules séminifères, telle que je la comprends, est rigoureusement semblable à celle du tronc, de ses feuilles et de ses rameaux; mais toutes leurs parties sont très réduites; elles sont en outre modifiées en vue du rôle spécial qu'elles ont a remplir.

La structure des graines du *B. Morierei* est très spéciale et, me semble-t-il, différente de celle de la plupart des graines gymnospermes actuellement connues. Ce n'est guère qu'avec le *Gnetopsis*

(1) L'opinion que j'exprime ici est plus précise que celle formulée dans les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences (11 déc. 1893). Cette différence est le résultat de nouvelles observations qui m'ont paru plus concluantes.

elliptica B. R. et R. Z. (1) que j'ai pu observer des points sérieux de comparaison. Chez ce dernier le tégument est mince et recouvert par une assise de cellules claires qui rappelle les assises tubuleuse et plissée du *Bennettites*. En outre cette assise claire se continue vers le sommet de la graine par une assise superficielle de cellules allongées radialement (2), dont l'aspect est presque identique à celui de l'assise rayonnante du *Bennettites*. De même aussi que chez le *Bennettites* le tégument du *Gnetopsis* est mince. On n'y distingue pas, il est vrai, de tissus rigoureusement comparables au tissu charnu et au tissu fibreux ; mais cependant on remarque sous l'assise claire une assise dont les cellules sont allongées radialement et d'aspect palissadique, rappelant de loin l'assise réticulée du *B. Morierei* (ou l'assise scléreuse du *B. Gibsonianus*). D'autre part, la chalaze du *Gnetopsis* se continue dans la membrane du nucelle, par « 4 faisceaux opposés deux à deux », qui ne se retrouvent pas chez les *Bennettites*. En outre, rien n'indique que le tube micropylaire des graines de ces derniers ait été prolongé en aigrette disséminatrice analogue à celle du *Gnetopsis*. Enfin, 1° l'ovaire manque complètement chez le *B. Morierei* puisque les écailles interséminales n'y sont pas groupées concentriquement autour des pédoncules séminifères ; 2° les poils du *Gnetopsis* sont filamenteux et non lamelleux.

En somme, malgré certains points communs, les deux graines ne semblent pas être véritablement comparables. Peut-être la comparaison entre les graines de *Bennettites* et le *Polypterospermum Renaultii* Brong. (3) serait-elle plus juste ? Ce dernier possède en effet des ailes qui sont formées par des poils rayonnants de même

(1) Renault et Zeiller, Sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur (*C.-R. de l'Acad. des Sc.*, t. XCIX, 1884). — Renault, Cours de Bot. foss., t. IV, 1885).

Je dois à l'obligeance de M. Renault la communication d'une partie des préparations qui ont servi à l'étude de ce type intéressant. Aussi la comparaison ci-après a-t-elle été faite non seulement avec la connaissance des descriptions publiées, mais aussi après l'examen des préparations ellesmêmes.

(2) M. Renault (*Cours de Bot. foss.*, t. IV, p. 182) considère cette assise cemme « un tissu lacuneux formé de grandes cellules disposées en lames parallèles » qui séparerait la partie interne du tégument de sa partie externe. Je crois plutôt que cette assise est *superficielle*, sauf, peut-être, très près du tube micropylaire. L'apparence d'un tissu tégumentaire extérieur à cette assise est due, je pense, à l'obliquité des tissus dans l'épaisseur de la coupe et à leur grande opacité.

(3) Brongniart Ad., Recherches sur les graines fossiles silicifiées, Paris, 1881.

que chez notre *Bennettites*. Il est vrai que ces ailes sont au nombre de 6 petites et de 6 grandes, tandis que le *B. Morierei* n'en a que 4 ou 5. Mais on sait que, surtout dans les graines fossiles, la symétrie ne semble pas avoir une valeur familiale absolue.

L'inflorescence des Bennettitées est nettement différente de celle des Cycadées. Elle l'est à différents points de vue : 1° Parce que l'ovule y est *terminal* et *dressé ;* il est latéral et (sauf chez le *Cycas)* toujours pendant chez les Cycadées ; 2° Parce que chaque bourgeon fertile y est *d'un ordre plus élevé* et qu'il y est *très réduit ;* en effet, chez les Cycadées, il est de 2ᵉ ordre et porte un grand nombre de feuilles qui forment un cône ou une rosette, or nous venons de voir qu'il est de 3ᵉ ordre et unifolié chez les Bennettitées ; 3° Parce que l'inflorescence y est *composée,* c'est-à-dire formée par l'agglomération d'un grand nombre de bourgeons fertiles, du rameau support et de ses feuilles ; chez les Cycadées, elle est *simple* puisqu'elle ne comprend qu'un seul rameau et les feuilles qu'il porte; 4° Parce que ses graines sont très réduites, fait consécutif du précédent. Il y a donc chez les Bennettitées comparées aux Cycadées, en dehors de la localisation des ovules sur les écailles et de leur direction, il y a donc, dis-je, *agglomération et réduction consécutive des bourgeons sexués.* Or chacun sait que c'est là un fait qui, dans la généalogie des plantes, indique un état plus compliqué et postérieur; les Bennettitées sont donc postérieures aux Cycadées, au moins *en ce qui concerne l'appareil reproducteur.*

D'autre part l'inflorescence des Bennettitées présente certains rapports avec celle des Conifères qui est également composée, dont les graines sont petites, dont les bourgeons fertiles sont de même unifoliés et d'un ordre élevé, dont les ovules peuvent être aussi terminaux et dressés (Salisburiées, Taxinées, Cupressinées). Cependant elle en diffère nettement 1° par le grand nombre de feuilles stériles mêlées aux bourgeons unifoliés fertiles, 2° par la position de ces derniers qui n'est peut-être pas rigoureusement axillaire, 3° par l'orientation des feuilles fertiles qui n'est peut-être pas inverse de celle des feuilles ordinaires, 4° par les particularités si originales que présente le développement de certaines parties du fruit. En présence de ces différences, le fait d'avoir tous deux un fruit

composé est-il suffisant pour autoriser le rapprochement de ces deux groupes de Gymnospermes? Je ne le pense pas, car c'est le plan d'organisation d'un fruit composé qui indique ses affinités et non le fait même d'être composé. Or le plan des fruits de Conifères est, ainsi que je viens de le montrer, nettement différent de ceux des Bennettitées, puisque chez les premiers toute feuille porte un bourgeon axillaire sexué, tandis que chez les seconds les bourgeons fertiles sont beaucoup moins nombreux que les feuilles et peut-être indépendants de leur aisselle.

Le bourgeon fertile est, il est vrai, également réduit dans les deux cas, mais c'est là un fait qui peut être consécutif de la structure composée du fruit tout entier, et il n'est même pas prouvé que l'orientation de la feuille séminifère soit la même dans les deux cas. Seules la position et la direction des ovules sur la feuille fertile pourraient, je pense, être sérieusement invoquées en faveur d'un rapprochement. Mais alors il y a lieu de remarquer que cette ressemblance existe également entre les Bennettitées et les Cordaïtées. Il est vrai que certaines Cordaïtées peuvent être considérées comme très proches parentes des Salisburiées primitives et par suite peut-être, comme situées non loin de la souche des Conifères.

La structure de l'inflorescence femelle chez les différents groupes de Cordaïtées est trop insuffisamment connue pour qu'une comparaison avec celle des Bennettitées puisse être faite d'une façon complète. Cependant il ne me semble pas illogique d'admettre que l'inflorescence des ancêtres des Bennettitées, c'est-à-dire l'inflorescence *développée* dont le fruit du *Bennettites* représente le type *condensé*, devait avoir quelque analogie avec celle des Cordaïtes.

Ce que nous connaissons de la forme et de la structure du tronc, des coussinets foliaires et des bractées semble rapprocher davantage les Bennettitées des Cycadées que des Cordaïtées et surtout que des Conifères. Cependant il ne faut pas oublier que, ainsi que l'a fort bien mis en lumière M. de Solms-Laubach, la trace foliaire y est réduite à un seul cordon qui rentre directement dans la couronne et qu'elle est nettement différente de celle des Cycadées actuelles (1);

(1) Il est d'ailleurs très possible que, chez les Cycadées anciennes, nettement caractérisées comme

elle se rapproche davantage de celle des Cordaïtes et des Conifères et peut-être aussi de celle des ancêtres filicinéens des Bennettitées dont le souvenir est encore attesté par la présence des poils lamelleux.

En somme je pense que les Bennettitées forment une famille qui descend d'ancêtres communs avec les Cycadées mais non des Cycadées elles-mêmes. De ces ancêtres communs les deux familles ont conservé la forme du tronc, la structure de certains tissus (large moelle, canaux gommeux, faisceaux foliaires diploxylés, sclérenchyme du mésophylle), l'origine foliaire des ovules, etc. Mais tandis que les Cycadées conservaient en outre l'agglomération des carpophylles sur un même axe et acquéraient des caractères spéciaux tels que la complication de la trace foliaire, la transformation filamenteuse des poils, la localisation latérale des ovules, les Bennettitées conservaient les poils lamelleux, la trace foliaire simple et acquéraient la localisation terminale des ovules, la réduction à un seul carpophylle des axes fertiles, le groupement de ces axes fertiles réduits et la transformation des feuilles voisines par précurrence sexuelle (1). Peut-être l'avenir démontrera-t-il en outre entre les Bennettitées et certains fossiles rapportés aux Cordaïtées une affinité plus grande qu'on ne le suppose aujourd'hui ?

telles, la trace foliaire ait été simple et semblable à celle des Bennettitées. Dès lors ce caractère différentiel ne serait vrai que pour les Cycadées actuelles ou du moins récentes.

(1) Je désigne sous le nom de *précurrence sexuelle* le phénomène par lequel certains organes soit porteurs de la glande sexuée soit voisins de celle-ci et formés antérieurement à elle, sont peu à peu englobés dans l'appareil sexuel à mesure que celui-ci se complique dans la généalogie des plantes. La précurrence sexuelle ainsi comprise se rencontre partout dans le règne végétal.

Par exemple, c'est elle qui fait que la feuille de certaines fougères se spécialise lorsqu'elle porte des sores. C'est elle qui a amené les transformations successives de cette feuille à peine modifiée qui devient le carpophylle de plus en plus spécialisé des Nöggérathiées, des Dolérophyllées, des Cycadées. C'est elle qui, chez les Gnétacées, a transformé les verticilles foliaires les plus rapprochés de la graine en de nouveaux téguments séminaux. C'est elle encore qui exprime l'extension fonctionnelle de plus en plus grande grâce à laquelle l'appareil reproducteur des angiospermes a englobé peu à peu d'abord les verticilles voisins de la graine, puis le rameau support tout entier, puis enfin une partie de plus en plus étendue de l'appareil végétatif voisin, afin de constituer successivement le carpelle, la fleur et les inflorescences de plus en plus conplexes.

Il faut se garder de confondre cette excessive extension de la sexualité de l'individu avec l'absence de localisation sexuelle. Cette dernière est primitive et précède la localisation de la fonction, tandis que l'extension due à la précurrence est postérieure à cette localisation et indique un état de plus grande complexité.

Nota. M. de Solms-Laubach (*I tronchi di Bennettitee*, pp. 43 et suiv.) se montre porté à assimiler l'inflorescence de la *Cycadoidea Etrusca* Capell. e Solms à celle des *Bennettites* dont elle se différencierait surtout par la présence d'étamines terminales. Mais il ne me paraît pas que cette interprétation soit juste, au moins autant que j'en puis juger par les sections en ma possession (je n'ai, en effet, pas eu en communication la section diamétrale qui est dessinée dans la planche IV du mémoire italien). Je serais plutôt tenté de considérer l'inflorescence de la *C. Etrusca* comme représentant un orgame mâle de Bennettitée, dont les pédoncules auraient porté à leur sommet des sacs polliniques peut être dressés comme ceux des Cordaïtes. Ces pédoncules sont beaucoup plus grêles que les pédoncules séminifères du *Bennettites;* leur base est perpendiculaire à la surface du réceptacle mais leur sommet semble recourbé vers le haut de l'inflorescence. Peut-être ces pédoncules sont-ils séparés les uns des autres par des écailles interstitielles restées chétives ? Le plan d'ensemble serait alors le même dans ces deux inflorescences mâle et femelle.

La disposition pyriforme du réceptacle de la *C. Etrusca* et la structure générale de son inflorescence méritent d'être rapprochées de celles du *Williamsonia Gigas* Carruth., et c'est le lieu de rappeler l'opinion de MM. de Saporta et Marion d'après laquelle les cônes de *Williamsonia* et ceux de *Bennettites* seraient les inflorescences mâles et femelles d'une même plante. Certes le réceptacle de la *C. Etrusca* ne paraît pas avoir possédé le disque terminal des *Williamsonia*, mais il n'en est pas moins vrai que l'inflorescence de l'une et celle des autres semblent offrir entre elles de grandes ressemblances.

Les renseignements nombreux et nouveaux que m'a fournis cette étude du *B. Morierei*, me permettent de reprendre et de compléter la diagnose donnée par M. Carruthers pour le genre *Bennettites*, et d'y ajouter celle du *B. Morierei* ainsi que, par comparaison, celle du *B. Gibsonianus* Carruth.

BENNETTITES Carruth.

Tronc ovoïde, elliptique (1) en section transversale, couvert de bases de pétioles persistantes assez longues. *Moelle* entièrement cellulaire avec de nombreux canaux à gomme. *Bois* consistant en un cylindre à peine interrompu de tissu strié, partout traversé par des rayons médullaires. *Système libéro-ligneux foliaire* composé, à sa base, d'un cordon unique qui sort directement dans la feuille et s'y divise en un grand nombre de branches diploxylées réparties sur un arc rhomboïdal. *Fruits* en capitules, portés au sommet d'axes secondaires et ne faisant pas (?) saillie hors de la base des pétioles. Chaque fruit comprenant un involucre de bractées recouvrantes et un réceptacle convexe sur lequel s'insèrent des feuilles fertiles et des feuilles stériles dans la proportion de 1 à 5 ou 6. Sommet du fruit hémisphérique et formé par la coalescence des sommets renflés des écailles stériles. *Graines* orthotropes, dressées au sommet des feuilles fertiles, unitégumentées, pourvues d'une chambre pollinique, exalbuminées, desservies par un unique faisceau qui s'étale, dans la base du nucelle, en une chalaze cupuliforme. *Embryon* charnu, dicotylé. Cotylédons parcourus par des faisceaux parallèles. *Pédoncules séminifères* recouverts par une enveloppe tubuleuse. *Poils* écailleux.

B. Morierei (Sap. et Mar.). *Fruit* (non compris les bractées involucrales) haut de 55 millim., large de 35 millim.. *Bractées involucrales*, larges d'environ 1 cent. 1/2, terminées par un petit limbe. *Poils écailleux* en lamelles minces, larges quelquefois de 1 millim., épaisses au plus de 2 rangs de cellules, à cellules marginales allongées vers les bords. *Réceptacle* faiblement convexe. *Graines* longues de 6 à 7 millim., larges de 2 1/2 à 3 millim., tétragonales (ou pentagonales) dans leur moitié supérieure où elles sont recouvertes par un épiderme rayonnant. *Assise réticulée* non scléreuse (ou peut-être peu scléreuse) et formée de cellules qui ont 50 μ de long sur 30 à 35 μ de large.

(1) Peut-être ce caractère n'a-t-il pas l'importance que lui attribuait M. Carruthers ?

B. Gibsonianus Carruth. *Tronc* comprimé, avec moelle petite ; cylindre ligneux épais et presque continu ; faisceaux vasculaires sortant presque directement et se brisant en une double série de petits faisceaux qui sont parallèles aux faces inférieure et supérieure du *pétiole*, sauf dans une boucle qui se détache de la face supérieure et descend vers le centre du pétiole. Section du pétiole subquadrangulaire. *Fruit* haut de 3 centim. 1/2. *Bractées involucrales* lancéolées, acuminées, dépourvues de limbe. *Poils écailleux* peu larges, souvent ventrus, à cellules allongées perpendiculairement aux faces. *Graines* longues de 3 à 4 millim., larges de 1,2 à 2,5, non anguleuses (ou à peine anguleuses), dépourvues d'épiderme rayonnant. *Assise réticulée* scléreuse et formée de cellules qui ont 60 μ de longueur sur 50 μ de large.

TABLE DES MATIÈRES.

PLANCHE I.

Étude d'une bractée involucrale.

Fig. 8. Section transversale d'une bractée involucrale montrant l'épiderme intérieur, *Ei,* et les tissus immédiatement sous-jacents. Gross. $\frac{240}{1}$.

Tfs, tissu fondamental sclérifié ; *a*, entrée d'un stomate ; *Ca*, cellule annexe du stomate ; *Tlac*, tissu lacuneux situé en arrière du stomate.

Fig. 9. Section longitudinale de la face antérieure d'une bractée involucrale montrant deux stomates transversaux. Gross. $\frac{180}{1}$.

Cst, cellule stomatique.

Fig. 10. Section transversale de la base d'un poil lamelleux, *p,* attaché à l'épiderme, *Ei,* de la bractée. Gross. $\frac{180}{1}$.

bp, pédicelle d'attache du poil.

Fig. 11. Section longitudinale passant par le pédicelle d'attache, *bp,* d'un poil lamelleux, *p*. Gross. $\frac{180}{1}$.

Fig. 12. Section transversale d'un poil lamelleux : (A) dans sa région médiane ; (B) plus latéralement ; (C) plus latéralement encore. Gross. $\frac{400}{1}$.

C 2, couches secondaires de la membrane.

Fig. 13. Section transversale d'un poil. Gross. $\frac{180}{1}$.

Fig. 14. Section transversale d'un canal à gomme. Gross. $\frac{180}{1}$; (B) détail de la section précédente. Gross. $\frac{400}{1}$.

La région pointillée indique la cavité du canal ; *m1*, membrane primaire qui limite cette cavité ; *c2* couches cellulosiques secondaires dans les cellules voisines.

Fig. 15. Quelques cellules scléreuses du tissu fondamental dans la moitié antérieure de la bractée. Gross. $\frac{400}{1}$.

Fig. 16. Section transversale d'ensemble de la bractée non loin de son sommet. Gross. $\frac{7}{1}$.

g, canal à gomme ; *flb,* faisceau libéro-ligneux.

Fig. 17. Section longitudinale du tissu fondamental, montrant les ornementations pariétales. Gross. $\frac{180}{1}$.

Fig. 18. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de moyenne taille. Gross. $\frac{400}{1}$.

Tfs, tissu fondamental sclérifié ; *fl*, fibre libérienne ; *Ilg*, îlot grillagé; *rf*, rayon de faisceau; *vb*, vaisseau ligneux; *tr*, trachée initiale ; *ba*, bois centripète.

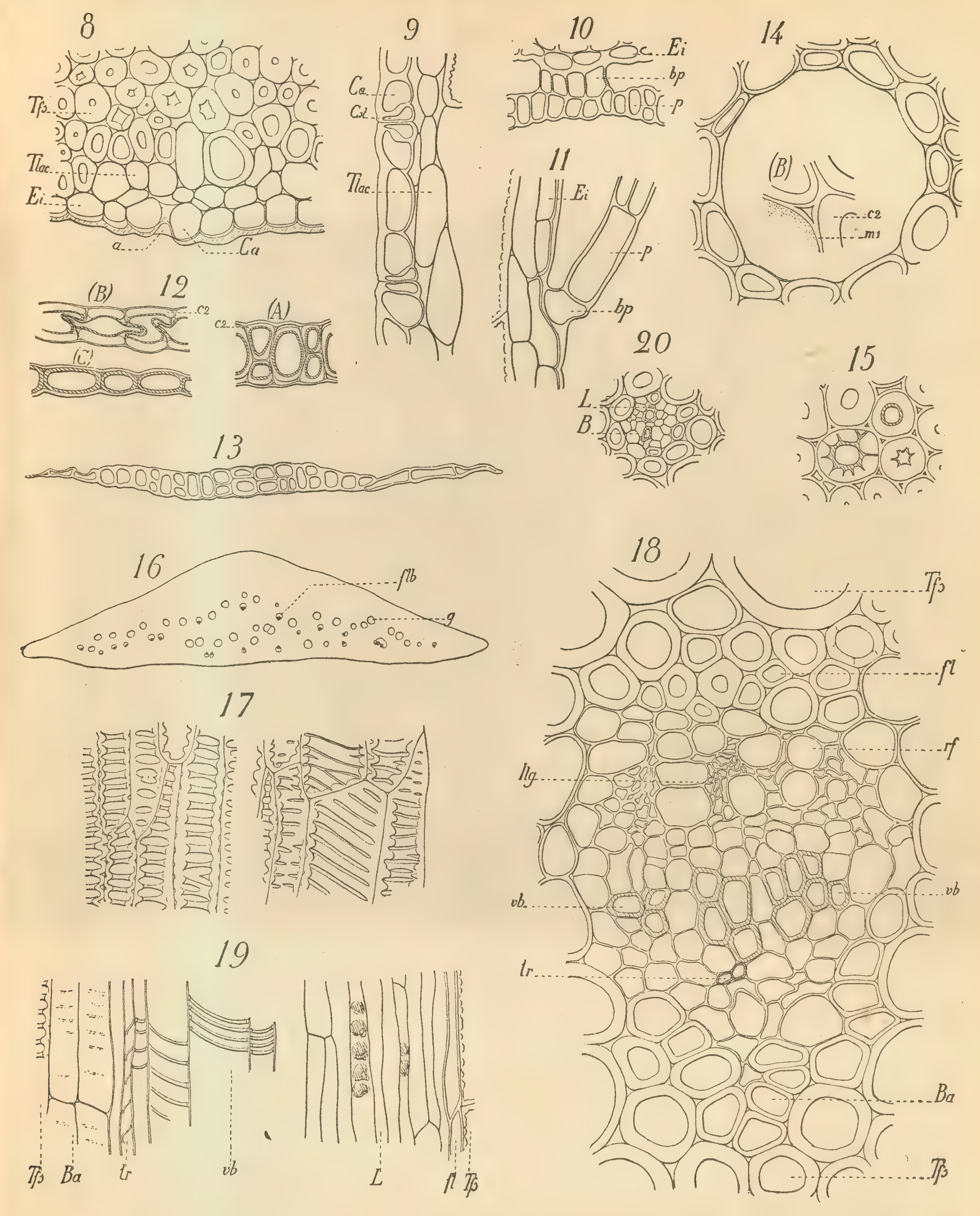
Fig. 19. Section radiale d'un faisceau libéro-ligneux. Gross. $\frac{400}{1}$.

Mêmes notations que dans la fig. 18 ; *L*, liber.

Fig. 20. Section transversale d'un très petit faisceau libéro-ligneux. Gross. $\frac{180}{1}$.

B, bois ; *L*, liber.

Nota. Toutes les figures des planches I à IV ont été dessinées à la chambre claire à un grossissement double de celui qui est indiqué ci-contre. Elles ont été ensuite réduites par la photogravure.



O. LIGNIER, del.

PLANCHE II.

Étude d'une bractée involucrale (suite).

Fig. 21. Section transversale d'une lenticelle formée en arrière d'un poil lamelleux, *p*. Gross. $\frac{180}{1}$.

Tfs, tissu fondamental sclérifié ; *zc,* zone génératrice ; *tscl,* tissu secondaire scléreux ; *ts,* tissu subéreux ; *Ei*, assise épidermique ; *d,* fente de brisure.

Étude des pédoncules séminifères.

Fig. 22. Section transversale pratiquée dans la base d'un pédoncule atrophié. Gross. $\frac{150}{1}$.

Ep, épiderme dont les parois sont minces vers l'extérieur et épaisses vers l'intérieur ; *td,* tissu détruit.

L'orientation de la section est telle que l'extérieur du fruit se trouve vers le haut de la planche.

Fig. 23. Section transversale du même pédoncule à un niveau plus élevé. Gross. $\frac{180}{1}$.

tr, trachée ; *ac,* assise colorée sous-épidermique ; *Et,* épiderme tubuleux déjà dédoublé par places ; *EE*, épidermes accolés des écailles voisines.

Fig. 24. Section transversale d'une partie du même pédoncule à un niveau plus élevé. Gross. $\frac{180}{1}$.

L'épiderme, *Et,* se résout en des tubes dissociés, *et.*

Fig. 25. Section transversale de la surface d'un pédoncule bien développé passant très près du réceptacle. Gross. $\frac{150}{1}$.

Tfp, tissu fondamental du pédoncule ; *Tfe,* tissu fondamental d'une écaille voisine ; *Ee,* épiderme de l'écaille ; *Ep,* épiderme du pédoncule qui a donné naissance à un épais tissu.

Fig. 26. Section transversale d'un pédoncule bien développé passant à 2 cm. environ du réceptacle. Gross. $\frac{180}{1}$.

B, massif ligneux dans lequel les trachées initiales sont centrales et écrasées ; *Tfp*, tissu fondamental du pédoncule ; *te,* tissu frippé représentant la région périphérique du tissu précédent ;

at, enveloppe tubuleuse ; *Ee*, épiderme d'une écaille voisine ; *scl*, tissu sclérifié de cette écaille.

Fig. 27. Section transversale d'un pédoncule bien développé passant à peu de distance de la base de la graine. Gross. $\frac{180}{1}$.

tr, trachées occupant le centre du massif ligneux ; *Tfp*, tissu fondamental du pédoncule ; *ac*, assise colorée ; *ap*, assise plissée ; *at*, assise tubuleuse ; *Ee*, épiderme de l'écaille voisine ; *ase*, assise sous-épidermique ayant l'aspect d'un épiderme et séparée de l'épiderme véritable par une fente de brisure, *d*.

Étude des graines.

Fig. 28. Section longitudinale un peu schématique d'une graine. Gross. $\frac{8}{1}$.

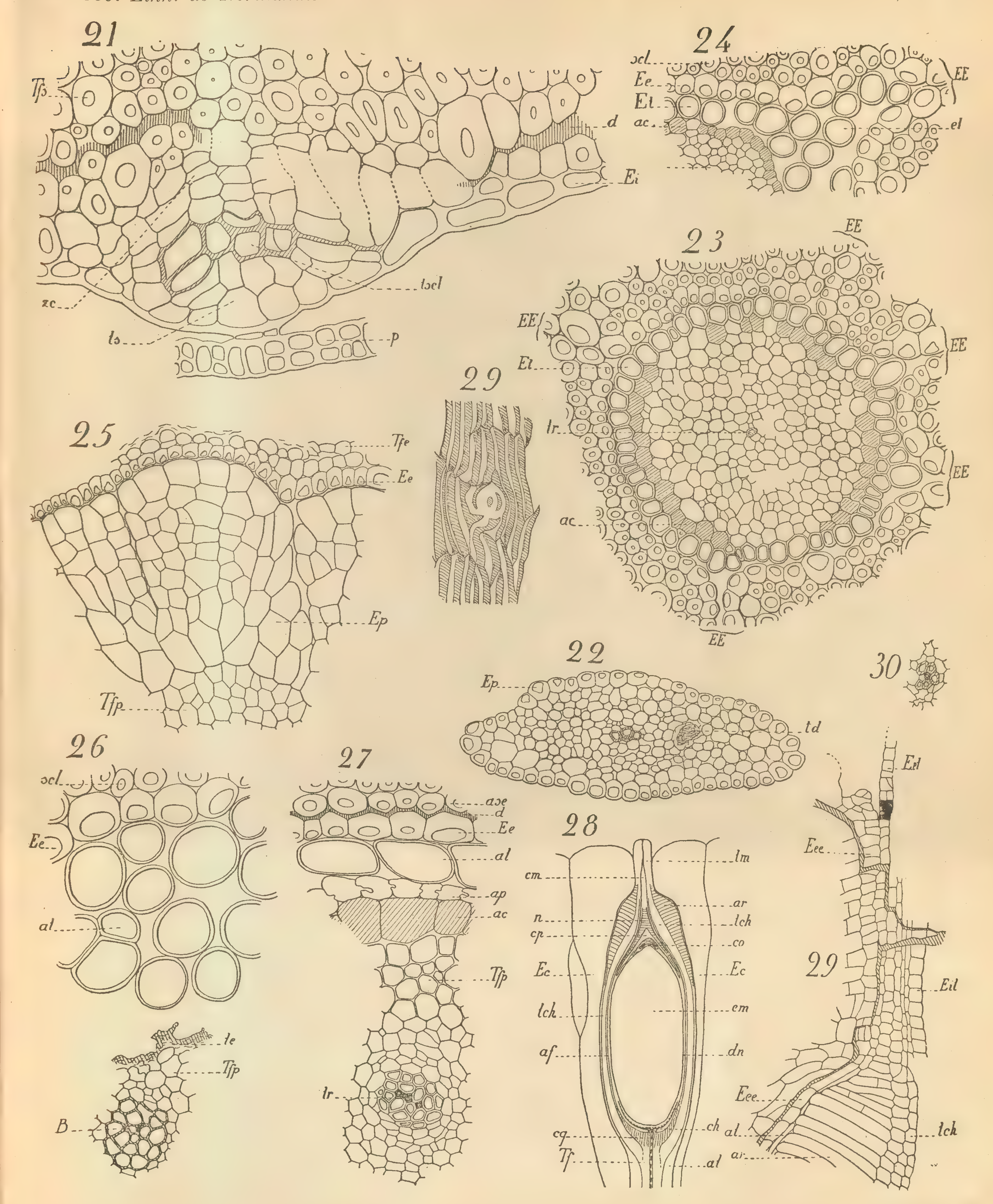
tm, tube micropylaire ; *n*, nucelle formant un bec qui pénètre dans le canal micropylaire *cm* ; *cp*, chambre pollinique ; *co*, corpuscules ; *cm*, emplacement qu'occupait l'embryon ; *ch*, chalaze ; *dn*, débris de nucelle; *af*, couche fibreuse se continuant inférieurement par une coque, *cq*, et plus inférieurement par le tissu fondamental, *Tf*, du pédoncule ; *tch*, tissu charnu ; *ar*, assises rayonnante et tubuleuse se continuant dans le pédoncule par l'enveloppe tubuleuse, *at* ; *Ec*, sommets renflés des écailles voisines.

Fig. 29. Section radiale du sommet d'une graine. Gross. $\frac{60}{1}$.

Eee, épiderme de l'écaille voisine ; cet épiderme est recloisonné et subérisé dans sa région supérieure ; *at*, assise tubuleuse se continuant par l'assise superficielle du tube micropylaire, *Eet* ; *ar*, assise rayonnante ; *tch*, tissu charnu ; *Eit*, épiderme interne du tube micropylaire.

Fig. 29 bis. Epiderme recouvrant une graine détachée du fruit. Cet épiderme n'est pas celui de la graine elle-même ; il appartient à une écaille voisine. Sa région centrale montre une sorte de stomate. Gross. $\frac{60}{1}$.

Fig. 30. Section transversale du cordon ligneux du pédoncule atrophié montrant la trachée initiale au centre.



O. LIGNIER, *del.*

PLANCHE III.

Etude des graines (suite).

Fig. 31. Section transversale du sommet du tube micropylaire. Gross. $\frac{180}{1}$.

Ei, épiderme interne; *Tf*, tissu fondamental; *e*, épiderme externe. Les sclérifications des cellules n'ont été indiquées que partiellement.

Fig. 32. Section transversale du tube micropylaire passant par le sommet du nucelle. Gross. $\frac{180}{1}$.

Mêmes notations que dans la figure précédente; *n*, mucron nucellaire.

Fig. 33. Epiderme externe du tube micropylaire dans une région où il a subi des recloisonnements. Gross. $\frac{180}{1}$.

Fig. 34. Cellule du même épiderme montrant que les couches secondaires de la paroi sont contractées et décollées en *d* de la membrane primaire. Gross. $\frac{400}{1}$.

Fig. 35. Section transversale du mucron nucellaire au niveau du conduit pollinique. Gross. $\frac{180}{1}$.

cp, conduit pollinique formé par destruction de tissus ; *n*, parenchyme du nucelle ; *Ei*, épiderme interne du tégument séminal ; *cf*, couche fibreuse ; *tch*, tissu charnu.

Fig. 36. Section radiale du mucron nucellaire. Gross. $\frac{180}{1}$.

cp, conduit pollinique.

Fig. 37. Section transversale d'une graine au niveau des ailes. Gross. $\frac{90}{1}$.

cn, cavité du nucelle ; *Ei*, épiderme interne du tégument séminal ; *cf*, couche fibreuse dont les ailes, *f*, pénètrent à travers le tissu charnu, *tch*, jusqu'à l'assise rayonnante, *ar*; *at*, assise tubuleuse; *Ee*, épiderme de l'écaille voisine décollé des autres tissus, *ase*, de cette écaille suivant une ligne de rupture, *d*; *EE*, épidermes accolés de deux écailles voisines.

Fig. 38. Section transversale du tégument séminal dans la moitié inférieure de la graine. Gross. $\frac{180}{1}$.

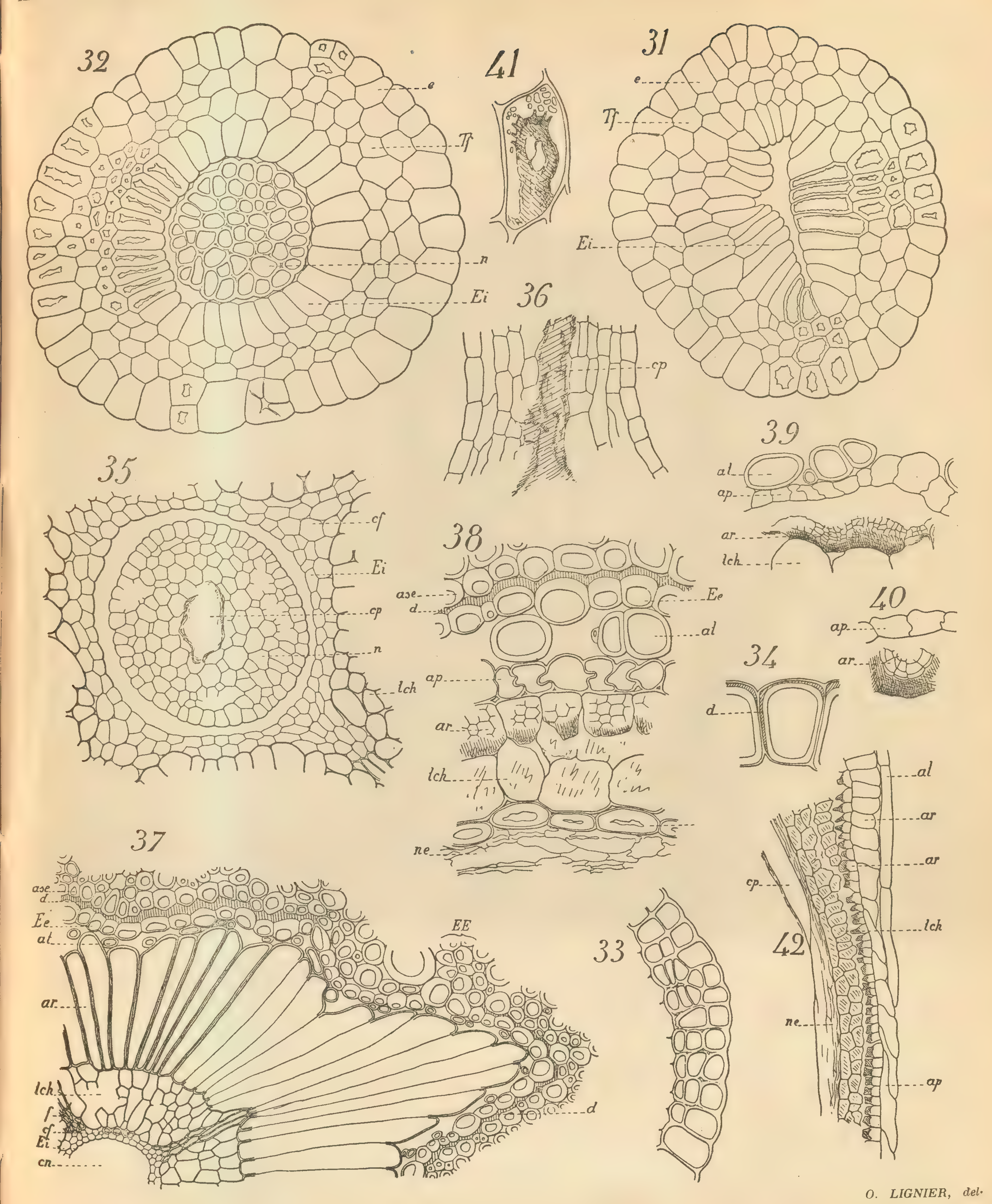
ne, débris écrasés du nucelle ; *cf,* couche fibreuse ; *tch,* tissu charnu dont l'assise extérieure, *ar,* est réticulée ; *ap,* assise plissée ; *at,* assise tubuleuse ; *Ee, d* et *asc,* comme dans la figure 37.

Fig. 39 et 40. Section transversale montrant que l'assise réticulée, *ar,* lorsqu'elle est écrasée, prend l'aspect d'un tissu subéreux. Fig. 39 : Gross. $\frac{180}{1}$; Fig. 40 : Gross. $\frac{300}{1}$.

Fig. 41. Cellule du tissu charnu dans laquelle le contenu protaplasmique est contracté et montre des prolongements qui semblent correspondre aux perforations de la paroi. Gross. $\frac{400}{1}$.

Fig. 42. Section radiale de la surface de la graine à la base des ailes. Gross. $\frac{60}{1}$.

cp, chambre pollinique ; *ne,* débris du nucelle ; *tch,* tissu charnu ; *ar,* assise réticulée avec son aspect de parenchyme en palissade ; *ap,* assise plissée se continuant vers le haut par l'assise rayonnante, *ar ; at,* assise tubuleuse.



O. LIGNIER, del.

PLANCHE IV.

Etude des bractées involucrales.

Fig. 43, 44 et 45. Sections transversales passant à trois niveaux différents de deux pédoncules et des graines qui les surmontent et montrant la persistance des écailles interséminales à ces différents niveaux. Gross. $\frac{10}{1}$.

La section 43 coupe les pédoncules *a* et *b*; la section 44 rencontre encore le pédoncule *a*, et coupe la graine *b* vers sa région médiane; la section 45 coupe la graine *a* dans sa région médiane et la graine *b* près de son sommet. Les écailles qui entourent ces deux graines sont numérotées de 1 à 10 dans les trois sections.

Nota. Les mêmes observations peuvent être faites avec les fig. 6 et 7, pp. 41 et 42.

Fig. 46. Section transversale d'une écaille interséminale de la région périphérique du fruit. Gross. $\frac{150}{1}$.

B, massif ligneux avec trachée initiale centrale; *L*, massif libérien latéral; *td*, tissu détruit; *ase*, assise sous-épidermique souvent séparée de l'épiderme, *E*, par une ligne de brisure, *d*; *EE*, double assise formée par l'accolement des épidermes des écailles contiguës.

Fig. 47. Ecaille interséminale comprimée entre deux graines. Elle est réduite à un peu de tissu fondamental, *Tf*, et à ses deux épidermes, *Ee*, dont les cellules sont aplaties; *at* et *ap*, assise tubuleuse et assise plissée de deux graines voisines. Gross. $\frac{250}{1}$.

Les épidermes de l'écaille sont séparés de son tissu fondamental chacun par une brisure et ils semblent par suite appartenir aux graines voisines.

Fig. 48. Section transversale d'une écaille interséminale très près de son sommet. Les épaississements pariétaux n'ont pas été figurés. Gross. $\frac{60}{1}$.

flb, faisceau libéro-ligneux central; *b*, région du recloisonnement auquel est dû le renflement du sommet de l'écaille; *EE*, épidermes des écailles voisines; *d*, ligne de rupture.

Fig. 49. Faisceau libéro-ligneux de la fig. 48. Gross. $\frac{180}{1}$.

Fig. 50. Section radiale du sommet d'une écaille interséminale. Les épaississements pariétaux n'ont pas été figurés. Gross. $\frac{60}{1}$.

E, épiderme recloisonné de chaque côté en *Er ; flb,* faisceau libéro-ligneux ; *b,* région du recloisonnement auquel est dû le renflement du sommet de l'écaille.

Fig. 51. Section transversale d'une écaille interséminale à peu de distance du réceptacle. Gross. $\frac{150}{1}$.

et, enveloppe tubuleuse de deux pédoncules voisins ; *Ee,* épiderme de l'écaille. Au centre de l'écaille se trouve un massif ligneux centrique accompagné latéralement de tissus écrasés qui représentent peut-être le liber.

Fig. 52. Assises épidermique et sous-épidermique d'une écaille interséminale. Gross. $\frac{400}{1}$.

c2, couches secondaires de leurs parois ; *m1,* membrane primaire ; *d,* décollement produit par la contraction des couches secondaires.

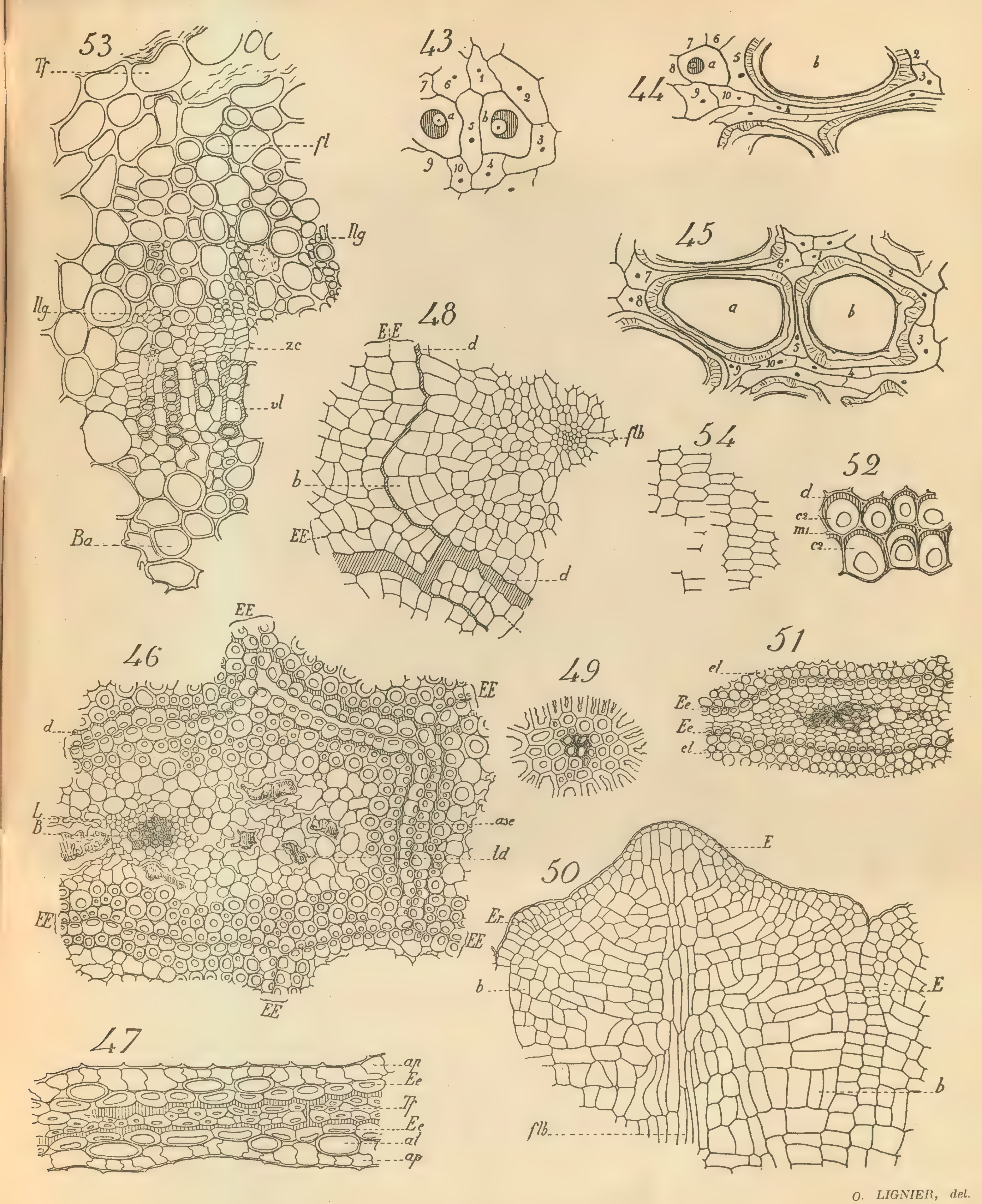
Étude du réceptacle.

Fig. 53. Faisceau libéro-ligneux rencontré par une coupe transversale du réceptacle. Gross. $\frac{150}{1}$.

Tf, tissu fondamental ; *fl,* fibres libériennes ; *Ilg,* îlot grillagé ; *zc,* zone cambiale ; *vl,* vaisseau ligneux ; *Ba,* bois antérieur (?).

Étude de l'embryon.

Fig. 54. Section longitudinale du tissu fondamental de l'embryon. Gross. $\frac{180}{1}$.



O. LIGNIER, del.

PLANCHE V.

Fig. 55. Aspect extérieur du *B. Morierei.* La figure est plus grande que nature d'environ $\frac{2}{9}$.

r, réceptacle; *p,* région des pédoncules; *b,* bractées involucrales; *g,* région séminifère mise à nu.

Fig. 56. Le *B. Morierei* vu par sa face brisée.

Mêmes explications que pour la fig. 55.

Fig. 57. Bractée involucrale détachée: (A) vue par sa face extérieure; (B) vue par sa face intérieure. Grandeur naturelle.

Contre la bractée sont accolés quelques débris de graines, *g,* et de pédoncules, *p.*

Fig. 58. Section transversale d'un bord de cette bractée. Gross. $\frac{35}{1}$.

lb, faisceau libéro-ligneux; *cg,* canal gommeux; *mp,* mésophylle extérieur; *ma,* mésophylle intérieur; *eh,* moitié externe hypertrophiée et sclérifiée des écailles superficielles du fruit.

Fig. 59. Section transversale de la face antérieure de la bractée involucrale. Gross. $\frac{100}{1}$.

mp, mésophylle à éléments larges et courts; *ma,* mésophylle à éléments étroits, longs et très scléreux; *Ei,* épiderme; *d,* cassure.

Fig. 60. Section longitudinale du mésophylle de la bractée involucrale. Gross. $\frac{60}{1}$.

f, faisceau libéro-ligneux; *m,* mésophylle.

Fig. 61. Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la bractée. Gross. $\frac{230}{1}$.

fl, fibres libériennes; *Ilg,* îlot grillagé; *rf,* rayon de faisceau; *vb,* vaisseau ligneux; *Ba,* bois centripète; *Tf,* tissu fondamental.

Fig. 62. Section transversale d'ensemble du fruit à 2 centim. du réceptacle. Gross. $\frac{3}{1}$.

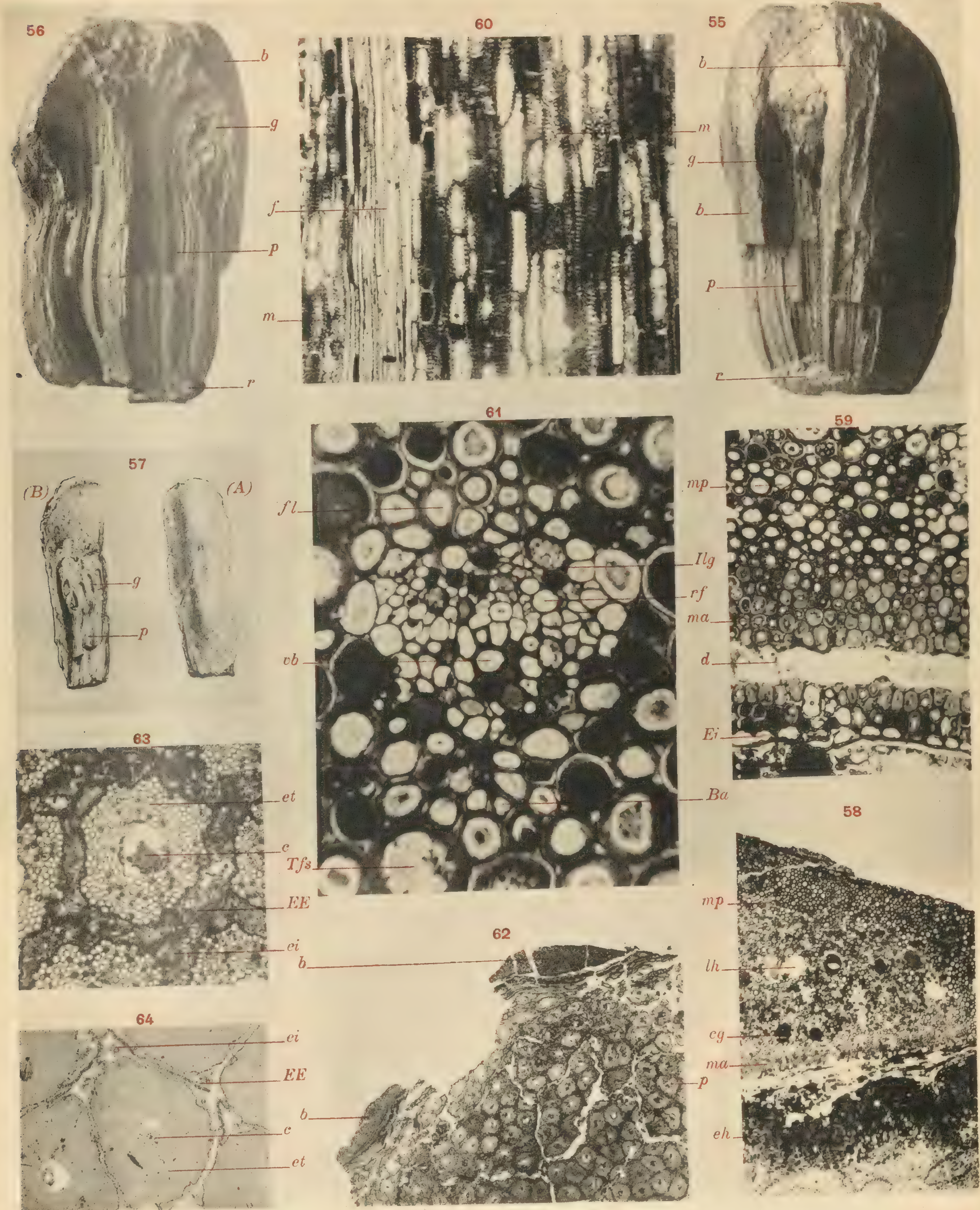
b, bractées involucrales; *p,* pédoncules.

Fig. 63. Un pédoncule de la section précédente et les écailles interséminales voisines. Gross. $\frac{20}{1}$.

et, enveloppe tubuleuse ; *c*, égion centrale contractée et frippée au milieu d'un trou ; *ei*, écailles interséminales ; *EE*, lame formée par l'accolement des épidermes de deux écailles contiguës.

Fig. 64. Section transversale d'un pédoncule à peu de distance du réceptacle. Gross. $\frac{20}{1}$.

Mêmes lettres que dans la fig. 63.



Phototypie BELLOTTI. O. LIGNIER, Phot.

PLANCHE VI.

Fig. 65. Section longitudinale diamétrale du fruit. Gross. $\frac{25}{1}$.

g, graines; *ch*, sommets hypertrophiés des écailles; *p*, pédoncules; *b*, bractée involucrale; *v*, région dans laquelle la bractée s'écarte de la surface du fruit.

Fig. 66. Aspect extérieur d'une graine détachée du fruit. Gross. $\frac{5}{1}$.

m, tube micropylaire brisé à son sommet; *a*, aile; *i*, amande.

Fig. 67. L'une des graines de la fig. 65. Gross. $\frac{15}{1}$.

em, cavité autrefois occupée par l'embryon; *cp*, chambre pollinique; *tm*, tube micropylaire; *tch*, tissu charnu; *ar*, assise rayonnante; *a'r'*, assise rayonnante de l'aile d'une graine voisine coupée tangentiellement; *cq*, tissu scléreux formant une coque dans la base de la graine; *ch*, chalaze; écaille intersé-minale; *eh*, sommet hypertrophié d'une écaille interséminale.

Fig. 68. Coupe transversale d'une graine passant au niveau de la base du tube micropylaire. Gross. $\frac{135}{1}$.

cp, conduit pollinique formé par gélification des tissus; *n*, tissu du mucron nucellaire; *cn*, cavité nucellaire; *Ei*, épiderme interne du tégument; *cf*, tissu fibreux des ailes; *tch*, tissu charnu.

Fig. 69. Coupe transversale d'une graine pentagonale pratiquée au niveau du sommet du nucelle. Gross. $\frac{15}{1}$.

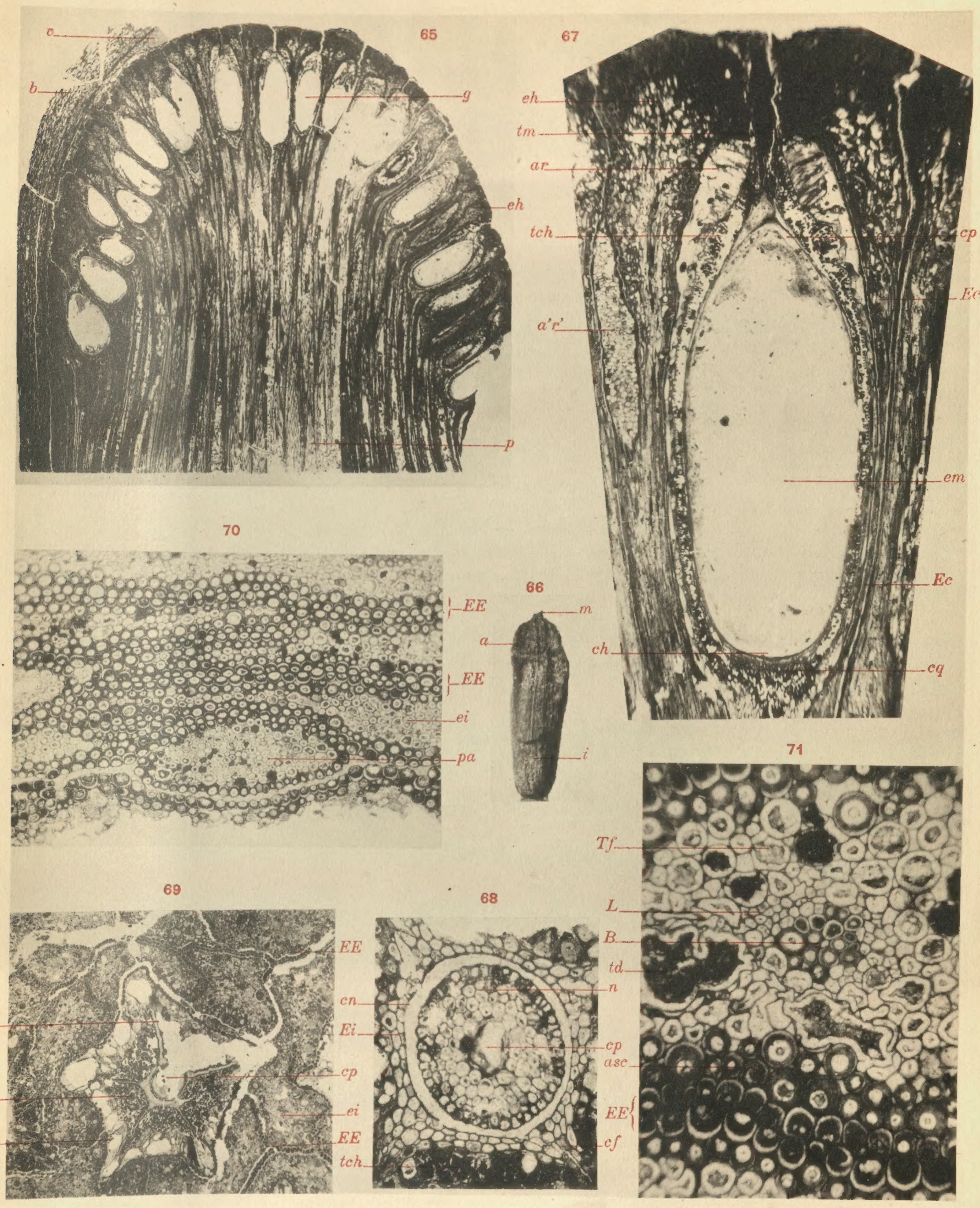
ar, assise rayonnante; *tch*, tissu charnu au milieu duquel pénètrent les 5 lames radiales, *f*, de la couche fibreuse; *cp*, chambre pollinique; *ei*, écaille interséminale; *EE*, lame formée par l'accolement des épidermes de deux écailles contiguës.

Fig. 70. Section transversale du fruit dans sa région périphérique. Gross. $\frac{90}{1}$.

pa, pédoncule atrophié; *EE* et *ei*, comme dans la fig. précédente.

Fig. 71. Section transversale d'une écaille de la région périphérique du fruit. Gross. $\frac{330}{1}$.

EE, comme dans les figures précédentes; *Tf*, tissu fondamental parenchymateux; *ase*, tissu scléreux sous-épidermique; *L*, liber; *B*, bois; *td*, tissu détruit.



Phototypie BELLOTTI. O. LIGNIER, Phot.

